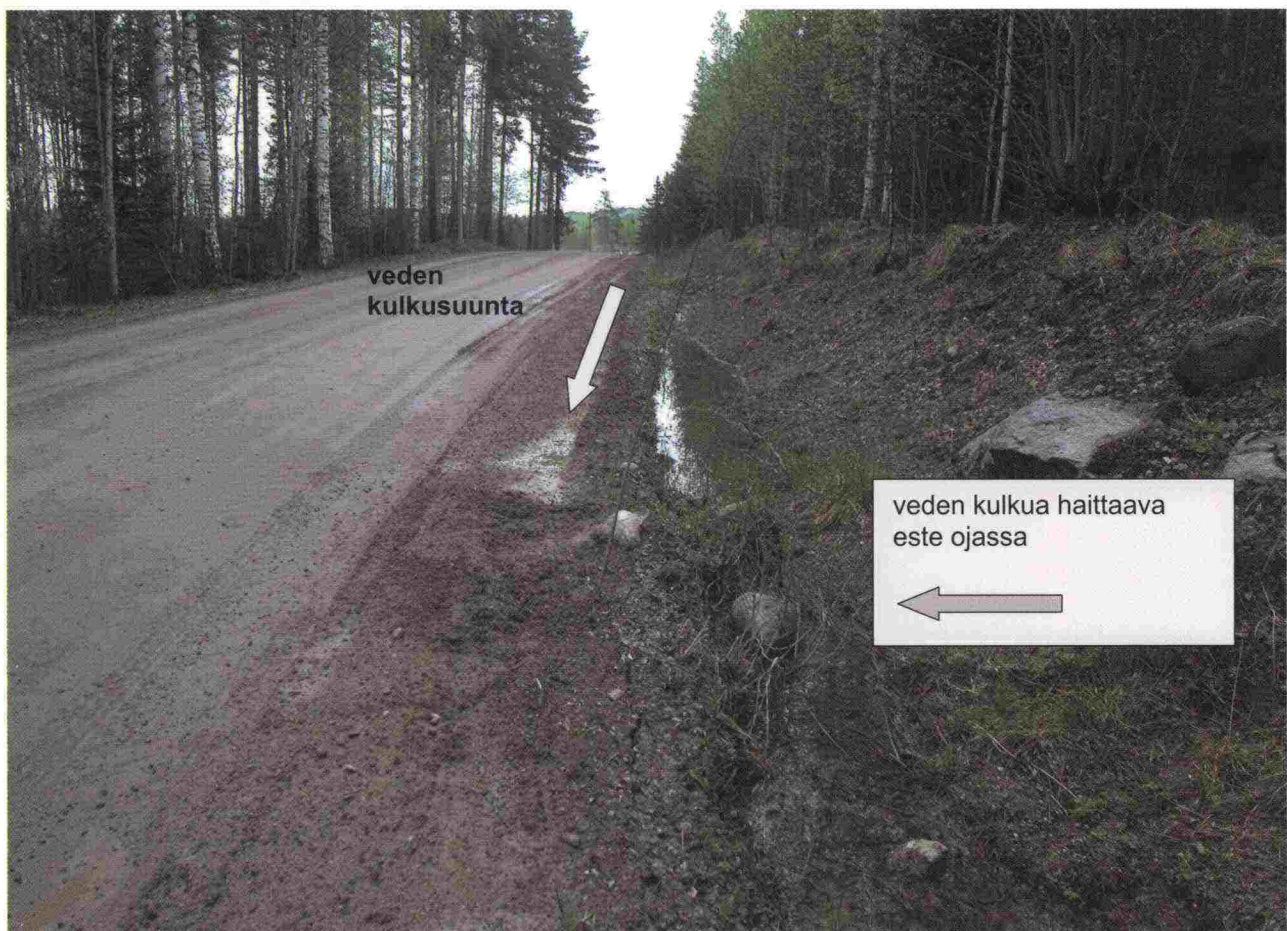


Taina Rantanen, Jouni Turunen ja Antero Nousiainen

Vähäliikenteisten teiden kuivatus, ominaispiirteet ja kunnostaminen

Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito - tutkimusohjelma

Tiehallinnon selvityksiä 65/2005



Taina Rantanen, Jouni Turunen ja Antero Nousiainen

Vähäliikenteisten teiden kuivatus, ominaispiirteet ja kunnostaminen
Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito - tutkimusohjelma

Tiehallinnon selvityksiä 65/2005

Kansikuva: Antero Nousiainen

ISSN 1457-9871
ISBN 951-803-651-9
TIEH 3200979

Verkkojulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/julkaisut)
ISSN 1459-1553
ISBN 951-803-652-7
TIEH 3200979-v

Edita Prima Oy
Helsinki 2005

Julkaisua myy/saatavana:
asiakaspalvelu.prima@edita.fi
Faksi 020450 2470
puhelin 020450 011



TIEHALLINTO
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihde 0204 2211

Taina Rantanen, Jouni Turunen ja Antero Nousiainen: Vähäliikenteisten teiden kuivatus, ominaispiirteet ja kunnostaminen. Helsinki 2005. Tiehallinto. Tiehallinnon selvityksiä 65/2005, 38 s + liitt. 18 s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-803-651-9, TIEH 3200979.

Asiasanat: kuivatus, vähäliikenteiset tiet, soratiet, ylläpito
Aiheluokka: 37

TIIVISTELMÄ

Kuivatuksen toimivuudella on merkittävä vaikutus tien kuntoon, mistä syystä se valittiin yhdeksi tutkimusteemaksi vähäliikenteisten teiden taloudellisen ylläpidon tutkimusohjelmassa. Tutkimus jakaantui nykytilavaiheeseen, jonka tavoitteena oli selvittää vähäliikenteisille teille tyypilliset kuivatuksen toimintaa haittaavat tekijät, sekä kehittämisosaan, jonka tavoitteena oli määrittää taloudellisesti kannattavia toimenpiteitä havaittujen puutteiden poistamiseksi.

Nykytilan määrittäminen perustui maastokäynteihin ja haastatteluihin. Tulosten mukaan kuivatuksen toiminta riippuu lukuisten yksittäisten kohtien kunnosta. Joidenkin korjaaminen edellyttää hallinnollisia toimenpiteitä, osa edellyttää nykyistä tarkempaa lähtötilanteen kartoitusta ja olosuhteiden tunnistamista. Urakoitsijan edellytetään tuottavan joiltakin osin nykyiseen nähden huolellisemmin asiakirjojen mukaista laatua ja paikoin tilaajan edustajan pitää nykyistä tinkimättömämmin vaatia tavoitteiden täyttymistä.

Tällä hetkellä käytössä olevia kuivatuspuute- tai kuivatusluokkatietoja ei voida pitää riittävänä lähtötietoina tarjousten tai toimenpiteiden suunnittelua tai laadunvalvontaa varten. Selvityksen mukaan suositellaankin, että ainakin merkitykseltään tärkeille teille tehtäisiin raportissa kuvatun mukainen kuivatussuunnitelma ja että maastoinventoinneissa noudatetaan kappaleessa 4.2.5.1 annettuja ohjeita. Tarkka lähtötilan tunteminen on edellytyksenä sille, että jatkossa voidaan määrittää tavoitteet toimivuusvaatimusten avulla.

Nykyistä laajemman tiedottamisen toivotaan tuovan eri osapuolten vastuuta selkeämmin esille ja siten edistävän kuivatuksen kuntoon saattamista. Tiedottamista voidaan hoitaa esim. kuivatussuunnitelman yhteydessä pidettävissä yleisötilaisuuksissa.

Ojituksen yhteydessä tehtävä soratien kaventaminen on hyödyllistä kuormituksen seurauksena levinneille teille, sillä niiden ylläpito on suuren leveyden vuoksi vaikeaa ja pehmeät reunat ovat liikenneturvallisuusriski. Ainakin liikennemäärältään alle 50 ajon./vrk olevat tiet voitaisiin ojitusten yhteydessä kaventaa eli palauttaa alkuperäiseen leveyteensä.

Toimenpiteiden vaikutusten ja eri osatekijöiden keskinäisten riippuvuuksien tunnistamista pitää parantaa tiedonkeruun ja koulutuksen avulla. Tällöin on mahdollista määrittää kussakin tilanteessa edullisin ratkaisu. Kuivatuspuutteilla on esimerkiksi suuri vaikutus kelirikon syntymiseen, joten kelirikkokorjausten suunnittelu pitää kytkeä yhteen kuivatuksen parantamisen suunnittelun kanssa. Suunnittelijan pitää tunnistaa eri tilanteet: millä osuuksilla kuivatus kannattaa korjata ensin, millä osuuksilla ojien perkausta ei kannata tehdä ennen kuin rakennetta on vahvistettu. Tärkeää on laajentaa kuivatuksen osalta toimenpidevalikoimaa ja tunnistaa sellaiset erityiskohdat, joissa tarvitaan tavanomaisista poikkeavia ratkaisuja: salaojat, syväsalaojat, uudet rummut, reunavahvistukset jne.

Taina Rantanen, Jouni Turunen ja Antero Nousiainen: Vähäliikenteisten teiden kuivatus, ominaispiirteet ja kunnostaminen. (Drainage of low-volume roads, typical features and maintenance.) Helsinki 2005. Tiehallinto. Tiehallinnon selvityksiä 65/2005, 38 s + liitt. 18 s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-803-651-9, TIEH 3200979.

Keywords: drainage, low traffic roads, gravel roads, maintenance

SUMMARY

The functioning of the drainage system has a major influence on road condition. That is the reason why it was chosen as one of the study subjects in the research on economical maintenance of low-volume roads. The study was divided into present state -phase, which aimed at defining the typical causes for malfunctioning of drainage-system on low-volume roads, and developing -phase aiming at finding the cost-effective actions to eliminate the major problems.

The present-state evaluation was based on in-situ observations and interviews. According to it the function of the drainage system is comprised of the condition of several factors. Some of the factors need administrative measures to get improved; some need more detailed data of the present state and identification of the circumstances. On some occasions the contractors are supposed to produce more accurately the requested quality, and also the administration is supposed to demand more strictly the fulfilling of the goals.

The used classifications "lack in drainage, drainage class" are not accurate enough as data in bidding or planning maintenance actions or supervising. It is recommended to make drainage plans as described in this report for at least the roads being most significant and to make field-inventories according to guidelines in chapter 4.2.5.1. Knowing the present-state in detail is a prerequisite for defining the goals by functional demands.

Giving more information to landowners about the responsibilities and liabilities is supposed to contribute to better functioning of the drainage system. The information is easiest to distribute during the drainage planning process.

When a gravel road has widened out along with loadings it is most beneficial to narrow the road while maintaining the ditches. The maintenance of the wide gravel road is difficult and traffic safety is endangered due to poor bearing capacity of the road edges. At least roads having ADT less than 50 could be narrowed, or actually the original width of those roads could be restored.

The evaluation of the influence of maintenance actions and interdependency of different factors should be improved by collecting follow-up data and by education. Only then it is possible to define the most cost-effective action in different situations. For example poor functioning of the drainage system is a major cause of spring thaw weakening. It is thus important to plan the rehabilitation of the road at the same time with the drainage. The designer should recognize different situations: when the drainage should be improved first and when it is essential to strengthen the road structure before digging the ditches deeper. It is important to define new maintenance actions improving the drainage system and to identify situations needing special actions: covered drains, deep drains, new culverts, strengthening of the road edges etc.

ALKUSANAT

Tiehallinnon strategisen projektin "S14 Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito" yhtenä osaprojektina oli kuivatus. Aiheeseen liittyvät teoreettiset tarkastelut tehtiin kirjallisuusselvityksen avulla. Projektissa keskityttiin arvioimaan ongelmia ja ratkaisuja käytännön tasolla ottaen huomioon kirjallisuudessa esitetyt tutkimustulokset ja vähäliikenteisten teiden ominaispiirteet.

Projekti jakaantui nykytilan määrittämiseen ja parantamisesitysten suunnitteluun. Keskeiset parantamistarpeet ja -ideat määritettiin nykytilan pohjalta. Nykytilavaiheen tulokset on esitetty julkaisemattomassa työraportissa, joka on kopioitavissa S14-projektin sivuilta <http://alk.tiehallinto.fi/s14/julkaisut.htm>.

Työ käynnistettiin vuoden 2003 lopussa. Työn aikana seurattiin muita käynnissä olevia tutkimuksia: WATMOVE - ja ROADDEX II -projektit. Eurooppalainen WATMOVE yhteisprojekti (Cost 351 Action on "Water Movements in Road Pavements and Embankments") on vielä työn alla eikä sitä kautta vielä saatu kovin paljoa tähän soveltuvaa tietoa. Projektin etenemistä voi seurata sivuilta www.watmove.org. ROADDEX II-projekti päättyi kesällä 2005. Projektin aikana työryhmien kesken tehtiin vertailua mm. ongelmatyyppien luokittelun osalta. ROADDEXin kuivatusta koskeva raportti löytyy sivuilta <http://www.roadex.org>

Vuoden 2005 kesäkuussa pidettiin kuivatus- ja kelirikkokorjausprojektien yhteinen työseminaari ja syyskuussa S14-työpaja, joiden keskustelujen antia on otettu huomioon raportin kehittämistä koskevassa osiossa.

Kuivatusprojektin toteuttamisesta ovat vastanneet Taina Rantanen ja Jouni Turunen Insinööritoimisto A-Tie Oy:stä sekä Antero Nousiainen Tieliikelaitoksesta. Raportin kirjoittamisesta on vastannut Taina Rantanen.

Helsinki, joulukuu 2005

Tiehallinto

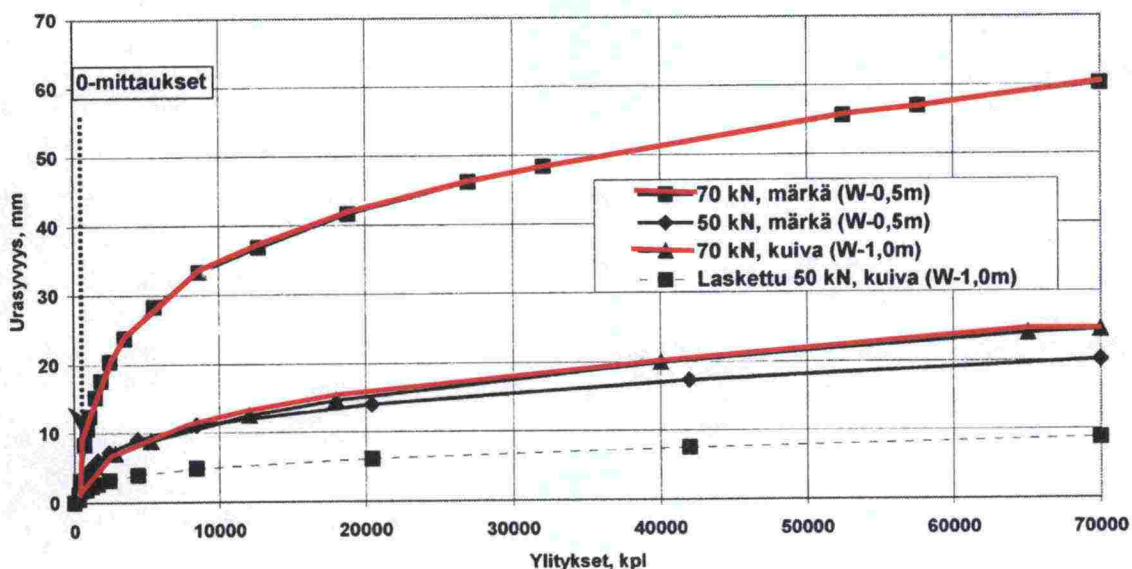
SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	3
SUMMARY	4
1 JOHDANTO	8
2 VEDEN KULKEUTUMISTAVAT JA VAIKUTUKSET TIERAKENTEESEEN	10
2.1 Tien pinnalle jäävä vesi	11
2.2 Rakennekerroksissa vapaana tai padottuneena oleva vesi	12
2.3 Maarakeissa sitoutuneena oleva vesi	14
2.3.1 Kapillaarivesi	14
3 KUIVATUKSEN NYKYTILA	16
3.1 Nykytilan kartoitus	16
3.2 Kartoituksen tulokset	17
3.2.1 Kuivatusjärjestelmän nykytila	17
3.2.2 Kuivatuksen kunnostamisen teettäminen	18
3.2.3 Havainnot kuivatuksen kunnostamisen laatupoikkeamista	20
4 KUIVATUKSEN KUNNOSTAMINEN	22
4.1 Muutostarpeet lähtötilanteessa (v. 2005)	22
4.2 Suositukset kuivatuksen toimintaa parantaviksi keinoiksi	23
4.2.1 Lähtötietojen määrittäminen ja kerääminen	23
4.2.2 Soratien tavoiteleveyyden määrittäminen	24
4.2.3 Sivuohjauksien uusiminen	25
4.2.4 Laskuohjauksen kunnostamisen sopimusasioiden hoitaminen	25
4.2.5 Kuivatussuunnitelman tekeminen	26
4.2.6 Ongelmien yksilöinti, kunnostustoimenpiteiden valinta	31
5 YHTEENVETO	34
6 PROJEKTIN TULOSTEN KÄYTTÖÖN OTTO	36
7 KIRJALLISUUS	37
LIITTEET	38

1 JOHDANTO

Tierakenteen kosteustilan ja pohjavesipinnan korkeuden vaikutusta tierakenteen ja pohjamaan kantavuuteen ja routimisherkkyyteen sekä näistä johtuviin muodonmuutoksiin on selvitetty useissa tutkimuksissa. Niiden mukaan kyseisillä tekijöillä on eri vaikutusmekanismien kautta merkittävä vaikutus tien urautumiseen ja vaurioitumiseen sekä vaurioitumisnopeuteen.

Kuvassa 1 on esimerkki tutkimuksessa "Kevään ja ylikuorman vaikutus ohutpäälystetien vaurioitumiseen" saadusta urautumiskehityksen ja kuorman ylitysmäärien välisestä riippuvuudesta kahdella erilaisella kuormituksella ja kahdella erilaisella vesipinnan tasolla. Tutkimuksen mukaan urasyvyydet kasvoivat 2,2...2,5-kertaisiksi, kun pohjavedenpintaa nostettiin 1 metrin syvyydestä 0,5 metrin syvyyteen kerrosten yläpinnasta eli vaikutus on merkittävä.



Kuva 1. Urautumiskehitys suhteessa ylityksien määrään kahdella eri kuormituksella ja vesipinnan syvyydellä. /1/

Vähäliikenteisillä teillä kuivatuksen puutteet näkyvät nopeasti vaurioina, koska

- kerrospaksuudet ovat yleensä etenkin routimisen rajoittamisen kannalta liian ohuita
- kerrosmateriaalit voivat olla kosteutta sitovia
- rakenteiden sisälle padottuu vettä etenkin keväällä sulamisvaiheessa.

Ongelmat korostuvat sorateillä, joissa vesi pääsee helpommin rakenteen kanssa kosketukseen, kun vettä läpäisemättömämpi pinta puuttuu.

Vähäliikenteiset tiet ovat lisäksi usein epätasaisia eikä niiden sivukaltevuus ole riittävä. Tällöin vesiä jää tien pinnalle, millä on rakenteen vaurioitumisen nopeutumisen lisäksi vaikutuksia myös ajomukavuuteen ja liikenneturvallisuuteen.

Kuivatuksen kunnostamista pitää tarkastella osana kokonaisuutta. Esimerkiksi ojien syventämisellä on kerrannaisvaikutuksia. Jos oja syvennetään oleellisesti nykyisellä paikallaan lunastamatta lisätiealuetta, luiskista tulee liian jyrkkiä. Jyrkät luiskat puolestaan heikentävät liikenneturvallisuutta ja tien reunakantavuutta. Heikon reunakantavuuden seurauksena luiskat sortuvat, kuivatuksen toiminta heikkenee jne. Luiskien pysyvyys on heikko myös niissä tapauksissa, joissa tierakenne on kokonaan heikosti kantava.

Tämän raportin tarkoituksena on esitellä syitä tierakenteen kosteuspitoisuuden vaihteluille ja määrittää, millä tavoin ja miten paljon kuivatuksen kunnostamisella voidaan näihin tekijöihin vaikuttaa. Raportissa esitetään kuivatuksen eri osatekijöiden keskinäisiä riippuvuuksia ja kokonaisuuden hahmottamisen merkitystä parannettaessa kuivatuksen toimivuutta.

2 VEDEN KULKEUTUMISTAVAT JA VAIKUTUKSET TIERAKENTEESEEN

Vedellä on useita vaihtoehtoisia kulkureittejä tierakenteeseen. Myös veden ja kosteuden vaikutus tierakenteen toimintaan on erityyppistä riippuen siitä, mikä veden sijainti on tiehen nähden ja mihin osaan tierakennetta se pääsee vaikuttamaan tai miten paksu ja millaisista kerrosmateriaaleista koostua tierakenne on. Tieympäristön maastonmuodoilla, pohjamaan maalajilla ja vuodenaikojen vaihtelulla on suuri merkitys kuivatuksen kunnon ja tien vaurioitumisen väliseen riippuvuuteen.

Vesi voi esiintyä ns. vapaana vetenä tien pinnalla, sivuojoissa tai rakenteessa. Vettä on lisäksi maarakeiden pinnalla sidotussa muodossa. Vain vapaan veden määrään voidaan käytännössä vaikuttaa kuivatuksen keinoin.

Taulukossa 1 on eritelty veden merkittävimmät kulkeutumistavat ja vaikutusmekanismit tierakenteeseen. Taulukkoa täydentävät sivujen 11-13 kuvat valokuvineen.

Taulukko 1. Veden kulkeutuminen tierakenteeseen, vaikutusmekanismit.

VAPAA VESI TIERAKENTEESSÄ		
SIJAINTI	KULKEUTUMISTAPA	VAIKUTUKSET
Tien pinnalla	<ul style="list-style-type: none"> • sateesta, valumavesistä • sulavasta lumesta ja jäästä • sivuojoista tulvimalla 	välittömät vaikutukset lammikoituminen ja reikiintyminen, pintakelirikko => turvallisuus ja ajomukavuus heikkenevät pitkäaikaisvaikutukset päällystetty tie: veden pääsy rakenteeseen halkeamien kautta => vauriot Sora: runkokelirikon edistyminen
Rakennekerroksissa vapaana tai padottuneena	<ul style="list-style-type: none"> • sivuojasta • tien sivulta rinteestä • tien pinnalta imeytymällä • rakenteessa olevan routadan sulamisvesistä 	Kantavuus alenee, seurauksena nopea urautuminen, kelirikko Reunojen vakavuus heikkenee, seurauksena reunapainumat ja –sortumat Routaheitot
SIDOTTU VESI MAARAKEISSA		
NIMITYS	SITOUTUMISTAPA	VAIKUTUKSET
Kapillaarivesi	maarakeiden välissä pintajännityksen avulla	Edistää routimista
Adsorptiovesi, hygroskooppinen vesi	maahiukkasten pinnalla sähköstaattisten voimien sitomana	Vedelle herkäät materiaalit sitovat kosteutta, seurauksena heikko muodonmuutoskestävyys ja siitä seurauksena päällystevauriot, pinta- ja runkokeliriko, pysyvät muodonmuutokset

2.1 Tien pinnalle jäävä vesi

Vesi jää tien pinnalle, kun pinnan kaltevuus on liian pieni tai kun pinnassa on painumia tai kun tiellä on reunapalteeet tai sivuojat ovat tukossa. Pinnalle jäävä vesi vaikuttaa ensimmäisessä vaiheessa liikenneturvallisuuteen ja ajomukavuuteen lammikoitumisen ja sorateillä melko nopeasti tapahtuvan reikiintymisen seurauksena. Liikennekuorman pumpaavan rasituksen seurauksena kuopat syvenevät sorateillä hienoaineksen karatessa roiskevesien mukana. Päälystetyillä teillä urat syvenevät, kun vesi pääsee vähitellen tierakenteeseen, jossa se vaikuttaa lujuteen ja edesauttaa kuormituksesta johtuvia pysyviä muodonmuutoksia. Ongelma korostuu siellä, missä pituuskaltevuus on pieni.



Kuva 2. Vesi on lammikoitunut epätasaiselle SOP –pinnalle.



Kuva 3. Soratien pinta reikiintyy, kun pinnalle kertynyt vesi ei pääse sivuojiin.

2.2 Rakennekerroksissa vapaana tai padottuneena oleva vesi

Jos ojan vietto on liian pieni tai ojassa on veden kulkua haittaavia esteitä tai laskuoja on tukossa ja pohjamaa on heikosti vettä läpäisevää, voi vesi jäädä seisomaan tien sivuojiin joskus pitkälläkin matkalla. Koska tierakenne johtaa yleensä paremmin vettä kuin pohjamaa, pyrkii korkealla sivuojassa oleva vesi purkautumaan tierakenteeseen heikentäen sen kantavuutta. Ongelmat ilmenevät tien nopeana urautumisena (ks. kuva 1). Haitat ovat sitä suurempia, mitä pidemmän aikaa vesi ojassa viipyy, mitä heikompi tierakenne on ja mitä lähempänä tien tasausta vesipinta on.



Kuva 4. Ojassa oleva kivi tai kallio padottaa vettä sivuojassa. Vesipinta nousee lähelle tien pintaa ja heikentää tien reunakantavuutta.

Sivuojassa korkealla oleva vesipinta saa aikaan myös reunapainumia ja luisien sortumia. Tien päällysy- ja alusrakenne pysyvät jatkuvasti märkinä, mikä edesauttaa hienorakeisilla pohjamailla ja heikkolaatuisilla kerrosmateriaaleilla myös routimista.

Sivukaltevassa maastossa vettä voi virrata tien sivulta tierakenteeseen. Vettä virtaa myös sellaisessa tapauksessa, että tien sivussa oleva kallio tai kivi ohjaa sivuojan vedet suoraan tierakenteeseen. Sulaan aikaan ylimääräinen vesi saa aikaan tien urautumista etenkin rinteiden puoleisessa osassa tietä, kuten on todennettu ROADEX-II -projektissa. Virtaavasta vedestä muodostuu pakkaskaudella paannejäättä tai se "ruokkii" routivaan pohjamaahan muodostuvan jäälinssin kasvua. Vaurioina on routaheittoja, pituushalkeamia sekä sorateillä keliarikkoo.



Kuva 5. Sivukalteva rinne syöttää vesiä tierakenteeseen.

Vapaa vesi voi padottua tierakenteeseen, jos veden pois pääsy estyy

- tiiviin pohjamaan tien alle vähitellen muodostaman altaan tai
- tien alla kalliiossa olevan painanteen vuoksi.

Allas voi muodostua pehmeillä pohjamailla, kun heikko tierakenne ei pysty jakamaan kuormitusta tasaisesti ja pohjamaa syrjäytyy pyöräkuorman alta sivulle päin. Tällöin rakenteeseen päässyt vesi ei enää pääse poistumaan kuivatusjärjestelmiin. Ongelmaan yhdistyy usein myös sivuojan täyttyminen.

Padottuva vesi alentaa etenkin tasaisella alueella tien kantavuutta ja voi tunkeutua tien kuormittuessa tierungon tai luiskien läpi aiheuttaen paikallisia sortumia.



Pohjamaa on noussut tien reunoilla ylös ja muodostaa tien alle tiiviin altaan, jolloin vesi ei pääse pois rakenteesta. Tien reunat ovat heikot.



Kuva 6. Tien alle pohjamaasta muodostunut tiivis allas padottaa veden tierakenteeseen.

Keväällä roudan sulamisen aikaan tien pintaosa on sula, mutta alla oleva tierakenne on vielä jäässä, jolloin yläosan sulamisvedet eivät pääse poistumaan alla oleviin kerroksiin. Ongelma korostuu heikoilla tierakenteilla ja etenkin sorateillä, joihin voi sulamisvaiheessa syntyä suuria muodonmuutoksia. Ohuilla tierakenteilla pohjamaahan on muodostunut paksu routakerros, jonka sulaessa pohjamaassa on runsaasti vettä ja sen kantavuus on hyvin alhainen (sulamispehmeneminen). Asiaa on kuvattu tarkemmin S14:n kelirikokorjausprojektissa. Ongelmaan ei ole mahdollista vaikuttaa kuivatuksella, vaan se edellyttää rakenteen korjaamista.

2.3 Maarakeissa sitoutuneena oleva vesi

Maarakeiden pinnalla on sähköisten voimien sitomana adsorptiovettä, jolla on vaikutusta maa-aineksen muodonmuutoskestävyyteen. Adsorptioveden määrään ei voida vaikuttaa kuivatuksen keinoin. Lisäksi kosteustilaherkät materiaalit pystyvät saamaan ilmassa olevasta kosteudesta tai esim. pientareiden ja luiskien kautta suotautuvasta vedestä sellaisen kosteuslisäyksen, joka vaikuttaa heikentävästi niiden muodonmuutoskestävyyteen.

Maarakeiden väliin muodostuvaan huokostilaan imeytyy pohjavedestä ns. kapillaarivettä johtuen maa-aineksen ja vesimolekyylien välisestä vetovoimasta ja veden pintajännityksestä. Kuivatusta tehostamalla on saatavissa aikaan rajoitetusti vaikutuksia veden kapillaariseseen nousuun, kuten kappaleen 2.3.1 tarkastelu osoittaa.

2.3.1 Kapillaarivesi

Maalajin rakeisuudesta riippuvalla veden kapillaarisella nousukorkeudella eli kapillaarisuudella on suuri merkitys maalajin routivuuteen. Eri maalajien kapillaarisia nousukorkeuksia on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Veden kapillaarinen nousukorkeus eri maalajeilla./2/.

	Kapillaarinen nousukorkeus (m)	
	löyhä	tiivis
Hiekka	0,03...2,0	0,04...3,5
Siltti	1,5...10,0	2,5...12,0
Savi	> 8,0	> 10,0

Kun käytännössä pohjavesi on yleensä 2-3 metrin syvyydellä maanpinnasta, pystyy taulukon 2 mukaisesti vettä nousemaan kapillaarisesti (korkeita pengerosuuksia lukuun ottamatta) tierakenteen alapintaan asti aina, kun pohjamaa on hienoa silttiä, silttimoreenia tai savea, ja edesauttamaan routalinssien muodostumista pohjamaahan.

Pohjavedenpinnan syvyydellä ja pohjamaan kapillaarisuudella on siis vaikutusta siihen, miten suureksi routanousu voi muodostua. Tähän vaikuttaa lisäksi routaantumisenopeus ja pohjamaan vedenläpäisevyys. Hienorakeisimmat maalajit nostavat vettä hyvin korkealle. Ne ovat kuitenkin heikoimmin vettä läpäiseviä, jolloin roudan edetessä nopeasti syvemmälle, ei vettä ehdi nousta kapillaarisesti lisää kulloisellekin routarajalle kovinkaan paljoa eikä siten pääse muodostumaan paksuja routalinsskejä. Tästä syystä heikoimmin vettä läpäisevä savi routii lievemmin kuin paremmin vettä johtava siltti.

Seuraavan kaavan avulla voidaan puolestaan arvioida, miten laajalla alueella sivusuuntaan kuivatuspisteestä (oja tai salaoja) lähtien pohjavesipinnan alentamisella on vaikutusta eri maalajeilla:

$$R = 3000(H-h_0) \sqrt{k}, \text{ missä}$$

R = vaikutusalueen säde (m) mitattuna alentamispisteestä

H - h₀ = vesipinnan alennus (m)

k = vedenläpäisevyys (m/s) /2/.

Eli alueen laajuuteen vaikuttaa maalajin vedenläpäisevyys. Saadun säteen ulkopuolella ei tehty pohjavesipinnan alennus laskennan mukaan enää vaikutusta, vaan vesipinnan taso pysyy entisellään.

Esimerkkitarkastelu: Oletetaan, että kapillaarivesipinta = pohjavesipinta ja että kyseinen pinta on tierakenteen kohdalla maanpinnan tasossa. Vesipintaa alennetaan 6 m leveän tien kummankin luiskan juuressa eli alentamisen vaikutusalueen pitäisi olla vähintään 3-4 metriä, jotta se vaikuttaisi tien keskelle asti. Taulukossa 3 on laskettu kahden erisuuruisen pohjavesipinnan alentamisen vaikutusalue eri maalajeilla.

Taulukko 3 Vesipinnan alentamisen vaikutusalueen säde eri maalajeilla, kun pohjavesipintaa alennetaan kuivatuksella 0,5 m tai 1,0 m.

Maalaji	Vedenläpäisevyys k (m/s)	R (m), kun H-h ₀ = 0,5 m	R (m), kun H-h ₀ = 1 m
Sora	10 ⁻² ...10 ⁻⁴	15 - 150	30 - 300
Hiekka	10 ⁻⁴ ...10 ⁻⁶	1,5 - 15	3 - 30
Siltti	10 ⁻⁵ ...10 ⁻⁹	0,05 - 4,7	0,1 - 9,4
Savi	10 ⁻⁸ ...10 ⁻¹⁰	0,015 - 0,15	0,03 - 0,3

Taulukosta on havaittavissa, että tien luiskan juuressa tehtävä puolen metrin vesipinnan lasku voi teoriassa vaikuttaa tien keskellä eli kolmen metrin etäisyydellä ainoastaan karkealla siltillä ja sitä karkeammilla maalajeilla. Metrin vesipinnan lasku riittää keskisiltille ja sitä karkeammille maalajeille, mikä voi onnistua salaojilla, jos tarvittava vesien purkusyvyys on mahdollista toteuttaa.

Kaikkiaan voidaan siis arvioida, että hienorakeisissa maissa kuivatuksen vaikutusalue on pieni eikä sen avulla ole käytännössä mahdollista estää pohjamaan routimiseen tarvitsemaa vedensaahtia. Jos lisäksi tierakenteessa ei ole kapillaariveden nousua katkaisevaa suodatinkerrosta ja rakenteen hienoaainespitoisuus on suuri, voi tierakenteenkin sitoa itseensä kapillaarivedestä runsaasti kosteutta ja routia. Tällainen tilanne on usein vähäliikenteisillä teillä, etenkin sorateillä.

Hiekalla, soralla ja karkearakeisilla moreeneilla sen sijaan voidaan tien alla olevan maakerroksen vesipitoisuutta pienentää koko tien leveydeltä syventämällä ojia. Tarvittava ojasyvyys riippuu pohjaveden syvyydestä, pohjamaan kapillaarisuudesta ja vedenläpäisevyydestä. Ojan syventämistä suunniteltaessa on aina otettava huomioon luiskien jyrkentymisestä johtuva reunakantavuuden heikkeneminen ja toisaalta myös tien keski- ja reunaosien välisen routanousueron kasvaminen. Käytännössä yli metrin syvyydelle tarvittava syväkuivatus on tästä syystä mahdollista toteuttaa ainoastaan salaojituksen avulla ja tällöinkin voi tulla ongelmia salaojan purkamismahdollisuuksien suh-

teen. Karkealla siltillä tarvittava kuivatussyvyys muodostuu niin suureksi, ettei sitä ole käytännössä mahdollista toteuttaa muuta kuin syväsalaojilla.

3 KUIVATUKSEN NYKYTILA

Työn tarkastelunäkökohdat jakaantuivat teknisiin kysymyksiin, jotka liittyivät olosuhteiden tunnistamiseen, kuivatusjärjestelmän osien kuntoarviointiin, työmenetelmiin, materiaaleihin jne., sekä hallinnollisiin kysymyksiin, jotka liittyivät tiealueen riittävyteen, maanomistajien kanssa noudatettaviin vuoro-vaikutus- ja sopimuskäytäntöihin sekä teettämisen lähtötietoihin ja urakan laadunvalvontaan.

3.1 Nykytilan kartoitus

Kuivatusjärjestelmän kunnosta on kerättyä tietoa Tiehallinnon sorateiden kuntotietoa sisältävässä T&M Sora-järjestelmässä. Rakenteenparantamissuunnitelmien maastoinventointien ja SORAVOL (Oulun, Lapin ja Vaasan tiepiirien sorateiden palvelutaso) –projektin yhteydessä on kuitenkin todettu, että tiedot eivät ole luotettavia. Rekisteritiedoista puuttuu rumpuja tai niiden sijainti tai materiaali on kirjattu väärin. Rekisterissä käytetty käsite ”kuivatuspuute” ei yksilöi ongelmaa niin, että sen perusteella olisi mahdollista määrittää toimenpidetarvetta. Eli ei ole olemassa tietolähdettä, jonka avulla voitaisiin yksiselitteisesti ja kattavasti arvioida kuivatuksen kuntoilaa. Lisäksi kuntoila voi muuttua hyvinkin lyhyellä aikavälillä. Tästä johtuen tässä työssä ei pystytty saamaan tilastotietoa kuivatukseen liittyvien ongelmien laajuudesta koko vähäliikenteisellä tieverkolla.

Nykytila kartoitettiin haastattelujen, maastokäyntien sekä työryhmän jäsenten lukuisilta rakenteenparantamiskohteilta saatujen kokemusten avulla. Tavoitteena oli

- arvioida kuivatuspuutteiden ja -ongelmien yleisyys
- yksilöidä ja kuvata erilaiset ongelmatyypit
- hahmottaa ongelmatyypeittäin erilaisia parannustoimenpiteitä ja niiden vaikutuksia
- analysoida nykyisen kuivatuksen kunnostamiseen liittyvän toiminnan ongelma-alueet
- arvioida, mitä tilaajan pitää tietää, että osaa tilata ja mitä palvelun tuottajan pitää tietää, että osaa tarjota.

Lisäksi nykyisen toiminnan laatua arvioitiin tekemällä maastokatselmuksia sellaisilla kohteilla, jotka oli kuivatuksen osalta lähiaikoina kunnostettu hoidon alueurakan urakka-asiakirjojen määrittämien vaatimusten pohjalta.

3.2 Kartoituksen tulokset

3.2.1 Kuivatusjärjestelmän nykytila

Työryhmän jäsenten maastohavainnot kattoivat kaikkien tiepiirien alueita ja erityyppisiä maasto-olosuhteita. Suurin osa maastokäynneistä tehtiin sora-teille, koska siellä kuivatuksen puutteiden ja rakenteen kunnon välinen yhteys on selkeimmin havaittavissa.

Havaintojen mukaan kuivatuksen toimintaa haittaavat puutteet ovat hyvin yleisiä. Toisaalta löytyy myös paljon tieosuuksia, joissa kuivatuksen kunnostamiseen on selkeästi panostettu. Eniten puutteita löytyy kunnostamisen kannalta hankalista olosuhteista: siltiset ja siltimoreenipohjamaat, sivukaltevat maastot, kiviset tai kallioiset maastot. Tyypillisimmät havaitut puutteet on esitetty taulukon 4 listassa. Listan järjestys kuvaa havaintojen yleisyyttä.

Taulukko 4. Kuivatuksen yleisimmät puutteet maastohavaintojen pohjalta.

1. Laskuojat ovat kokonaan tukossa tai kunnostus rajoittuu muutamaan metriin tiestä.
2. Sivuojarumpuja puuttuu, ne ovat liian ylhäällä tai kokonaan tukossa tai rikki. Näitä on määrällisesti paljon ottaen vielä huomioon, että havainnot kirjattiin vain niiden rumpujen osalta, joiden puutteellisen kunnon vuoksi vesiä jää pitkällä osuudella sivuojaan.
3. Päätierummut ovat liettyneitä tai tukossa (maa-ainesta sisällä).
4. Päätierumpuja puuttuu, ne ovat liian lyhyitä tai rikkoutuneita. Liian lyhyet rummut vaikuttivat olevan tämän ongelmaryhmän yleisin tapaus.
5. Päätierummut ovat koholla routimisen seurauksena tai uponneet painumisen seurauksena tai päät nousseet liian pienen peitesyvyyden seurauksena.¹⁾
6. Sivuoja on kokonaan liettynyt tai ummessa.
7. Tien pintakuivatus on puutteellinen: tie on ylliveä tai pinta on urautunut tai kuoppainen, sivukaltevuus on liian pieni, lisäksi voi olla reuna-palteet.
8. Ojassa on kivi tai kallionirikko, joka jättää vedet pitkälle matkalle seisomaan tien varteen tai pahimmassa tapauksessa ohjaa ne tien runkoon, mikä on ollut todennettavissa useissa kelirikkokorjauskohteissa.
9. Sivukaltevassa maastossa rinteiden puolella ei ole ojaa ollenkaan tai oja ei riitä katkaisemaan vesien pääsyä tien pinnalle ja tierunkoon.
10. Pihapiirit on rakennettu tiehen kiinni ilman kuivatuksen hoitamista. Ojaa ei ole jälkeen kaivettu, kun kasvillisuutta on haluttu varjella. Tiesä on pahimmillaan tällaisella kohdalla kelirikkoo tai päälyste on reikiintynyt. Harjakohdilla ja karkearakeisilla pohjamailla ongelmia ei esiinny.
11. Ojat on tehty niin syviksi, että luiskat ovat todella jyrkät.²⁾

¹⁾ Puutteellisista kiilauksista aiheutuvat routaheitot on todettu yhdeksi merkittäväksi tienkäyttäjää häiritseväksi ongelmaksi vähäliikenteisillä teillä.

²⁾ Pituushalkeaman syntymisen kannalta suurimmat riskit on poikkileikkaukseltaan kapeilla syväojoisilla teillä, joissa on jyrkkä luiska. Syväojoisissa jyrkkäluiskaisissa poikkileikkauksissa näyttää siltä, että pienikin routanousu riittää aikaansaamaan halkeaman. /3/

Eri ongelmatyyppien yleisyys vaihtelee paljon maaperän ja tieympäristön mukaan sekä riippuen siitä, onko tie sorapintainen vai päällystetty. Sen sijaan rumpuja ja laskuojia koskevat puutteet ovat kaikissa tapauksissa yhteisiä.

Vaikka suurin osa listan puutteista koskee yksittäistä kohtaa, on huomattava, että kyseisen kohdan vaikutukset heikentävät kuivatusjärjestelmän kokonaistoimintaa ja sitä kautta tien toiminnallisia ominaisuuksia usein pitkälläkin matkalla.

3.2.2 Kuivatuksen kunnostamisen teettäminen

Kuivatuksen kunnostamisen sisältöä ja tilauskäytäntöä selvitettiin tilaajia haastatteleamalla vuonna 2003. Haastattelut koskivat kuivatuksen parantamista erillisenä toimeksiantona. Kuivatuksen suunnittelua rakenteen parantamisen osana ei tarkasteltu, koska silloin noudatetaan kuivatusta koskevia suunnitteluohjeita. Haastattelut toteutettiin sekä henkilökohtaisin käynnein että sähköpostikyselynä, jota täydennettiin puhelinsoitolla. Kysymykset lähetettiin kaikkiin tiepiireihin, vastaukset saatiin kuudesta. Kyselyjä täydennettiin Vaasan, Oulun ja Lapin tiepiireissä SORAVOL –projektin aikana vuonna 2004. Myös keskushallinnon teettämisen asiantuntijoita sekä urakoitsijoita haastateltiin.

Kuivatukseen liittyviä tehtäviä on tilattu hoidon alueurakoiden yhteydessä yksikköhintaperusteisina, käytäntö on kuitenkin vähitellen muuttumassa kokonaishinnoittelun suuntaan. Toimenpiteitä tilataan pääsääntöisesti vain sorateille nimikkeellä ojitus. Päällystetyillä teillä ojitusta tehdään vain kohdekohtaisesti päällystystyöhön tai rakenteen parantamiseen liittyen. Taulukossa 5 on esitetty tilaajien arvio sorateiden nykyisestä ojituskierron pituudesta sekä tavoitteesta, johon arvioijan mielestä pitäisi päästä.

Taulukko 5. Piirien antama arvio ojituskierron pituudesta.

Tiepiiri	Arvio sorateiden ojituskierron pituudesta (v)
Uusimaa	10, tavoite 5
Häme	8
Keski-Suomi	7
Savo-Karjala	20
Vaasa	7-8
Lappi	24, tavoite 13-14

Ojituksen kunnostamisvälille ei voida antaa yleispätevää optimipituutta, sillä se riippuu huomattavasti olosuhteista: pohjamaasta, maaston topografiasta jne. Kuitenkin taulukon 3 pohjalta voidaan arvioida, että nykyinen toimenpidetiheys ei ole kaikkialla riittävä. Päällystetyillä teillä onkin havaittavissa, että ojaluisissa kasvaa jo huomattavan paksuvartisia puiden taimia ja pensaita, joiden poistaminen vaatisi oman toimeksiantonsa.

Tiemestarit vastaavat kunnostuskohteiden määrittämisestä omien havaintojensa pohjalta. Lähtötilannetietoa tulee tiepiiriin myös tienvarren asukkailta ja tien käyttäjiltä, näin etenkin jos ongelmat ovat äkillisiä. Poikkeustapauksessa tilaaja on teettänyt etukäteen urakkaan valittujen kohteiden rumpuinventoinnin. Kaikkiaan urakka-alueet ovat laajoja, joten yksityiskohtainen (tiekohmainen) lähtötilanne tunnetaan melko heikosti.

Kuivatuslaitteiden nykytilan inventoinnin osalta tilaajat toivat esille seuraavia kysymyksiä, joihin tämän työn haluttiin tuovan vastauksia:

- pitääkö olla rekisteri ja mitä kaikkea sinne kirjataan
- kannattaako inventointi tehdä määräajoin
- millainen asiantuntemus inventoijalla pitää olla.

Ojitustarpeet esitetään tarjouspyyntöasiakirjoissa yleensä kohteittain metri-määrinä, joissakin piireissä tarpeet on kohdennettu osoiteväleille. Ojat kunnostetaan alkuperäiseen syvyyteen, jolloin ei tarvita muutoksia tiealueeseen. Uusien ojien kaivu ja ojien merkittävä syventäminen kuuluvat ylläpitoon ja niitä toteutetaan käytännössä ainoastaan rakenteenparantamisen yhteydessä. Rumpujen uusiminen tai jäätyneiden tai tukkeutuneiden rumpujen ja viemäreiden aukaisut tai sadevesikaivojen tyhjennykset teetetään lisätyönä.

Urakoitsija ohjelmoi toimenpiteet ojituskohteille työkohtelistaan. Työn tekemisessä edellytetään noudatettavaksi hoidon ja ylläpidon tuotekortteja sekä urakkakohtaisia laatusuunnitelmia. Liittymärumpujen laskeminen ojan pohjan tasolle kuuluu ojituksen yhteydessä tehtäviin toimenpiteisiin. Uudet liittymärummut asennetaan erillisenä työnä ja liittymän omistaja vastaa rummun hankkimisesta. Urakoitsija raportoi kohteet työmaakokouksissa ja tilaaja valvoo, että työt on tehty sovitulla tavalla. Tilaajan kohteella tekemä valvonta on pistokoeluonteista. Yhden valvojan alue voi kattaa yli 1000 km, joten valvojan ei ole mahdollista tehdä kovin yksityiskohtaisia tarkastuksia.

Tilaaja päivittää toteutumätiedot hyvin vaihtelevasti, yleensä kuitenkin vain tieosan tarkkuudella. Tästä johtuen ei tiedetä yksilöidysti, mitä on tehty ja millä osoitevälillä, jolloin ei voida jälkikäteen tehdä arvioita toimenpiteiden vaikutuksista. Sama ongelma on kelirikkokorjausten kirjauksen kanssa.

Lisäksi tuotiin esille, että kelirikkokorjauskohteilla kuivatus pitäisi kunnostaa koko tieosuudella, ei pelkästään kelirikkokorjauksen kohdalla. Tällainen tavoite on tilaajapuolella kaikkialla, mutta se ei ole vielä kunnolla päässyt käytäntöön johtuen siitä, että kelirikkokorjaukset eivät sisälly hoitourakkaan.

Taulukko 6. Puutteita kuivatuksen kunnostamisen teettämisessä.

1. Laskuojien kunnostustarve on tiedossa, kuitenkin ei koeta olevan aikaa/mahdollisuuksia hoitaa asiaa.
2. Liittymärumpuja jää uusimatta, jos liittymän omistajaan ei saada yhteyttä. Toisaalta tasapuolisuussyistä ei haluta toimia niin, että tiehallinto maksaa rummun jossakin tapauksessa ja muulloin maksajana on liittymän omistaja.
3. Lähtötilannetta ei ole kartoitettu niin yksityiskohtaisesti, että voitaisiin analysoida toimenpidetarpeita tai verrata toimenpiteiden jälkeistä tilannetta lähtötilanteeseen.
4. Veden kulkua estävien kivien tai kallionokkien poistaminen jää tilaamatta, kun kartoitusta ei ole tehty, ja toisaalta myös kustannussyistä.
5. Päälystetyillä teillä on kuivatuksen kunnostustarvetta, johon ei nykyisellään puututa.
6. Kelirikkokorjaukset tilataan toistaiseksi erillisinä, jolloin kuivatusta ei välttämättä kunnosteta samanaikaisesti koko tielle.
7. Toteutumien kirjaus on vaikutusten arvioinnin kannalta puutteellista.

3.2.3 Havainnot kuivatuksen kunnostamisen laatupoikkeamista

Kahdella urakka-alueella tehtiin sattumanvaraisesti valituilla kohteilla kuivatuksen kunnostuksen jälkeen maastoinventointi, jonka tarkoituksena oli arvioida tehtyjen toimenpiteiden laadun vastaavuutta asiakirjoissa määritettyyn laatuun. Kohteilla havaittiin seuraavantyyppisiä poikkeamia odotetusta laadusta:

- liettyneitä rumpuja ei ole puhdistettu
- päätierumpujen päitä on tukkeutunut ojituksen yhteydessä, eikä niitä ole puhdistettu
- ojituksen yhteydessä rikkoutuneita päätierumpujen päitä ei ole korjattu
- ojituksen yhteydessä ei ole tehty sivuojarumpujen laskemista ojan pohjan tasolle

Osa kuivatuksen toimintaan vaikuttavista puutteista johtuu heikoista lähtötiedoista eli kunnostustarve ei ole ollut tiedossa, osa on sellaisia, joista urakoitsijan olisi asiakirjojen mukaisesti pitänyt ilmoittaa tilaajalle:

- ojassa on kuivatuksen toimintaan haitallisesti vaikuttavia kallioita tai kiviä, jotka pitäisi rikkoa tai poistaa
- sivuojarumpuja puuttuu tai ne ovat liian pieniä tai tukossa tai rikki
- päätieltä puuttuu rumpu
- oja puuttuu kokonaan tai se ei ole riittävän kokoinen tai sen vietto ei ole riittävä.

Osaan näistä puutteista ilmeisesti vaikuttaa se, että tilaaja ei ole tilannut tarvittavia toimenpiteitä rahoitustason niukkuuden vuoksi. Osa taas edellyttäisi yksityiskohtaisen tarkastelun ja lisätiealueen hankkimista, jolloin tarvittaisiin myös maanomistajien kanssa pidettäviä neuvotteluja. Tähän ei tilaajalla eikä urakoitsijalla ole nykykäytännössä varattu aikaa.

Kuivatuksen toimivuuden tarkasteluun kuului myös arvioida pintakuivatuksen toimintaa, johon vaikuttaa tien poikkileikkausmuoto. Sekä näillä maastokäynneillä että SORAVOL –projektissa tuli esille, että sorateille on jäänyt muokauksen jälkeen huomattavan paljon **reunapalteita**, joita ei laatuvaatimusten mukaisesti pitäisi jäädä. Asiaan pitäisi ottaa valvonnassa nykyistä tiukempi asenne, sillä soratiestöllä alkaa olla kohteita, joissa reunapalteiden poistaminen edellyttää jo kaivurin käyttöä ja edellyttää siten erillistä lähtötilanteen kuvausta urakkaan tai erillistä toimeksiantoa.

Tarvittavien sivukaltevuuksien saavuttamiseen vaikuttaa ilmeisen paljon työmenetelmä ja taito. Tiemestarien havaintojen mukaan alusteraa käyttämällä ei oikeaa poikkileikkausmuotoa saada syntymään. Työmenetelmä vain tasoittaa tietä, ei korjaa kaltevuuksia. Lisäksi menetelmä siirtää kulutuskerroksen karkeimpia rakeita ja jättää kuoppia ja reunapalteita. Huonosti soveltuvan työmenetelmän aiheuttamat puutteet korostuvat ylileveillä teillä. Pienen sivukaltevuuden ja reunapalteiden seurauksena vesi jää seisomaan tien pinnalle, joka ajan myötä pehmenee ja reikiintyy helposti, kuten kuvassa 7 on nähtävissä.



Kuva 7. Pintavedet pääsevät huonosti pois poikkileikkaukseltaan lästistyneeltä yllileveältä soratieltä, jolloin tien pinta kuoppaantuu.

Urakoitsijapuolelta saadun kommentin mukaan työt ovat olleet tilauskäytännön muutosvaiheessa niin tiukasti kilpailtuja, että ei esimerkiksi ole mahdollista perehdyttää kokemattomampaa aliurakoitsijaa kunnolla työhön, mikä osaltaan vaikuttaa edellä kuvattuihin laatupoikkeamiin.

Taulukko 7. Toteutetuilla kohteilla havaittuja kuivatusjärjestelmän toimivuuteen vaikuttavia laatupuutteita.

1. Työn jälki ei ole kaikin paikoin viimeisteltyä:
2. Lopputuote ei aina täytä asiakirjoilla määritettyä laatua. Tyypillisiä puutteita ovat:
 - tielle on jäänyt reunapalteet ja sivukaltevuudet ovat liian pieniä (tähän vaikuttaa alusterän käyttö)
 - pääteiden rumpujen päät ovat tukossa ojituksen jälkeen
 - sivuojarumpuja ei ole laskettu uudelle ojan pohjan tasolle.

4 KUIVATUKSEN KUNNOSTAMINEN

4.1 Muutostarpeet lähtötilanteessa (v. 2005)

Sekä tilaustoiminnassa että työn suunnittelussa ja tekemisessä tarvitaan toiminnan tehostamista ja terävöittämistä. Tärkein muutos nykyiseen toimintaan nähden on siirtyä konemaisesta ojituksesta koko kuivatusjärjestelmän toiminnan suunnitelmalliseen parantamiseen. Tämä edellyttää lähtötilanteen tuntemista sekä olosuhteiden ja toimenpiteiden vaikutusten tunnistamista. Tällöin osataan valita sopivimmat toimenpiteet kuhunkin tilanteeseen ja on mahdollista saada aikaan säästöjä, kun ei tehdä turhia toimenpiteitä.

Tilaaajalla on tavoitteena päästä hoidon alueurakoissa pois määrämitattavista töistä ja ottaa käyttöön toimivuusvaatimukset. Tämä edellyttää nykyistä yksityiskohtaisempien lähtötietojen hankkimista alueurakoiden tarjouspyyntöjä valmisteltaessa. Tilaaja tarvitsee tiedot arvioidakseen urakan aikana tapahtuneet muutokset ja urakoitsija tarvitsee nykyistä tarkemmat lähtötiedot tarjouksen laskemista varten. Toimivuusvaatimusten käyttöönotto edellyttää tilaajalta myös tiettyjen hallinnollisten toimenpiteiden ja päätösten tekemistä, että urakoitsijan on mahdollista päästä määritettyyn lopputuotteelta edellytettävään laatuun.

Seuraavassa on lueteltu tärkeimmät kuivatuksen kunnostamiseen liittyvät parantamistoimet. Niillä saadaan parannettua tehokkaimmin kuivatuksen toimivuutta ja siitä riippuvaa tien kestävyyttä. Parantamistoimet on ryhmitelty vastuutahon mukaan, vastuujako voi muuttua urakan sisällön muuttuessa.

Teettäjä

- a) kuivatuksen kunnostamisen lähtötietojen määrittäminen ja kerääminen
- b) soratien ojitamisen jälkeisen tavoitelevyyden määrittäminen
- c) sivuojarumpujen uusimiseen liittyvien menettelyjen sopiminen
- d) laskuojien kunnostamisen sopimusasioiden hoitaminen, tarpeet tiekohtaisia
- e) tarvittavan lisätiealueen hankkiminen, tarpeet tiekohtaisia
- f) asiakirjojen mukaisen laadun vaatiminen ja tarvittaessa valvonnan tehostaminen

Kohdat a) – e) voidaan hoitaa tekemällä **tiekohtaisia kuivatussuunnitelmia** (prosessi on kuvattu kohdassa 4.2.5), joiden teettämisestä voi vastata tilaaja tai urakoitsija. Kohta f) edellyttäisi lisäresurssien saamista valvontaan kunnes valvonnan merkitys vähenee urakka-aikojen pidentyessä.

Urakoitsija

- g) töiden aikataulutuksen suunnitteleminen olosuhteiden mukaan
 - h) työmenetelmien kehittäminen
 - i) asiakirjoissa määritetyssä ja tarjouksessa luvatussa laadussa pysyminen
- Urakoitsija voi teettää osan tehtävistä suunnittelutoimeksiantona.

Teettäjä, urakoitsija, suunnittelija: tekninen osaaminen

- j) sorateiden hoitoon ja kunnostamiseen liittyvän koulutuksen järjestäminen
- k) olosuhteisiin liittyvien ongelmatyyppien yksilöintiä ja tunnistamista autta-
van tiedon kerääminen, kehittäminen ja omaksuminen
- l) erilaisiin ongelmatyyppeihin sopivien teknisten ratkaisuvaihtoehtojen ke-
hittäminen

Kohtien k) ja l) mukaisten tavoitteiden toteutumista varten on tässä työssä kehitetty liitteessä 2 esitettyjä toimenpidekortteja.

4.2 Suositukset kuivatuksen toimintaa parantaviksi keinoiksi

Kuivatuksen kunnostamisen teettämisen kehittäminen edellyttää lähtötilan-
teen tarkkaa tuntemista. Lähtötilanteen analysointia tarvitaan toimenpiteiden
suunnittelua ja vaikutusten arviointia varten. Toimenpiteiden tekemistä ja va-
lintaa rajoittaa huomattava määrä sellaisia tekijöitä, jotka edellyttävät hallin-
nollisten päätösten ja toimenpiteiden tekemistä, kohdat 4.2.1 - 4.2.4. Kun
hallinnolliset kysymykset on kertaalleen hoidettu kuntoon kuivatuksen kan-
nalta kriittisissä kohdissa, on jatkossa huomattavasti helpompaa ja halvem-
paa huolehtia kuivatuksen toimivuudesta. Jos kohteella on runsaasti kuiva-
tuksen kunnostamista edellyttäviä kohtia, suositellaan tehtäväksi **tiekohtai-
nen kuivatussuunnitelma**, kohta 4.2.5.

4.2.1 Lähtötietojen määrittäminen ja kerääminen

Perustietona pitäisi kaikilla teillä olla kerättyinä rekisteriin kaikkien päätierum-
pujen sijainti, koko ja materiaali sekä mahdolliset viemäröinnit. Rekisteriä
päivitetään aina, kun rumpu uusitaan.

Kuivatusjärjestelmän kunto tarkistetaan ja puutteet kirjataan noudattaen kap-
paleessa 4.2.5.1 ja kuvassa 10 esitettyä ohjetta. Kuntotietoa ei kannata kerä-
tä systemaattisesti rekisteriin, koska tieto voi muuttua hyvinkin lyhyellä aika-
välillä, vaan tieto kerätään alueittain urakan tarjouslaskentaa ja valvontaa
varten tai teittäin parantamisen suunnittelun lähtötiedoksi. Rekisteriin pitää
kirjata tehdyt toimenpiteet tarkkoine sijainteineen ja ajankohtineen, jolloin jat-
kossa voidaan arvioida kuivatuksen kunnostamisen vaikutusta esimerkiksi
kelirikon esiintymiseen. Tarkempi rekisterin sisällön ja rakenteen määrittely
vaatii jatkosuunnittelua.

Kappaleessa 4.2.5 kuvattu kuivatussuunnitelmaprosessi on laajin tapa tuot-
taa kuivatusjärjestelmän kunnostamista varten tarvittavat tiedot alueurakkaa
varten. Läheskään kaikilla kohteilla ei tarvita koko prosessin läpikäymistä,
vaan riittää pelkkä maastoinventointi, joka minimissään tuottaa korjausta tar-
vitsevien rumpujen listan ja erikoistoimenpiteitä tarvitsevat jaksot sekä tarvit-
taessa kuvauksen maastotyyppistä (kivinen, soistunut jne.) työsuorituksen
vaikeuden arvioimista varten.

Rakenteen parantamisen suunnittelua varten tehdään nykyisin runsaasti ns.
tieanalyysseja. Niissä käytetyt kuivatusluokka- tai kuivatuspuute -tiedot ovat
käyttökelpoisia vain, kun tehdään tilastoja tai arvioidaan hankejoukon toi-
menpidetarvetta. Niiden perusteella ei ole mahdollista yksilöidä tai suunnitel-
la tarvittavia toimenpiteitä, vaan kuivatussuunnitelman tiedonkeräystarkkuut-

ta suositellaan sovellettavaksi myös kelirikkokorjauksissa ja rakenteen parantamisessa.

4.2.2 Soratien tavoitelevyden määrittäminen

Ojien kunnostamisen suunnitteluun liittyy päätöksen tekeminen tielle asetettavasta tavoitelevydestä. Asia on todettu tärkeäksi myös S14:n kelirikkokorjausten suunnitteluprojektissa.

Soratien leveystieto on tierekisterissä varsin epäluotettava, joten leveystieto pitää tarkistaa maastossa. Oma erikoistarkastelunsa pitää tehdä ns. ylileveille sorateille, jotka ovat levinneet alkuperäisestä noin 5 metristä jopa 8-10 metriin ja muillekin reunoiltaan selkeästi pehmeille osuuksille. Leviäminen on seurausta heikosti kantavasta pohjamaasta ja kuormitukseen ja olosuhteisiin nähden liian heikosta tierakenteesta. Pohjamaa on noussut kuormituksen seurauksena vähitellen tien reunoilla ja mahdollisesti myös ajourien välissä. Samantyyppisiä ongelmia on myös kevyesti parannetuilla päällystetyillä teillä.

Kohdassa 4.2.5.1 on kuvattu, miten mittauksen ja tarvittaessa tutkimusten avulla arvioidaan, mikä on olemassa olevan tien hyödynnettävissä oleva leveys eli paljonko reunasta pitää poistaa pehmeää osuutta. Tietoa käytetään päätöksen teon pohjana.

Mikäli liikennöinnin kannalta katsotaan mahdolliseksi, tietä kavennetaan ojituksen yhteydessä aloittamalla ojan luiskaaminen nykyistä tien reunaa sisempää. Tällöin pehmeä reuna samalla leikkautuu pois, kuva 8.



ojituksen yhteydessä
luiskaamalla poistettava pehmeä osuus

Kuva 8. Ojituksen yhteydessä tehtävä tien pehmeän reunan poistaminen.

Kaventaminen tai pikemminkin **alkuperäiseen leveyteen palauttaminen** arvioidaan voitavaksi tehdä ongelmitta alle 50 ajon./vrk teillä ottaen kuitenkin huomioon geometria ja mahdollinen erityinen raskasta liikennettä synnyttävä toiminta tien varrella. Kaventamiselle saadaan helpommin tienkäyttäjien hyväksyminen, kun sen perusteet esitetään esim. kuivatussuunnitelman tekemisen yhteydessä pidettävässä yleisötilaisuudessa. Jos katsotaan, että tien kaventaminen ei ole liikenteellisistä syistä mahdollista, pitää **reunaosia** erikseen **vahvistaa**, että tiellä voidaan liikennöidä turvallisesti.

Liitteessä 1 on yhteenveto siltipohjilla sijaitsevasta seurantakohteesta, jossa ojituksen yhteydessä ei kavennettu tietä eikä tehty rakenteen tai sen reunaosien vahvistamista. Tien reunat sortuivat jo seuraavana vuonna ojituksen jälkeen. Tällaisissa tapauksissa on haaskausta, että sorastukset tai kelirikko-korjaukset tehdään ylileveän tien mukaan, kun materiaali leviää nopeasti ojiin. Turhia kustannuksia tulee myös oijen uudelleen kaivusta.

4.2.3 Sivuojarumpujen uusiminen

Kuivatukseen ei saisi jäädä rakenteen kuntoon vaikuttavia puutteita seuraavista syistä:

- sivuojarumpua ei uusita, koska liittymän omistajaa ei ole tavoitettu eikä rumpua siten saatu hankittua
- laskuojia ei perata, koska maanomistajilta ei ole hankittu suostumusta eikä ole tuotu esim. ojitustoimituksen käynnistämistä esille

Yleistä tiedottamista pitää tehostaa niin, että liittymän omistajalle tuodaan selvästi esille hänen velvollisuutensa

- hankkia uutta liittymää rakentaessaan riittävän kokoinen ja kulloisissakin käyttöolosuhteissa kestävä rumpu ja
- huolehtia rummun toimivuuden säilymisestä tai korvata rumpu uudella siinä tapauksessa, että vahingoittunut rumpu haittaa yleisen tien kuivatusta ja rummun vahingoittuminen johtuu liittymän normaalista käytöstä tai liittymän omistajan tekemästä liittymän leventämisestä. Liittymän omistaja ei vastaa rummun uusimisesta tai kunnostamisesta siinä tapauksessa, että yleisen tien kunnossapitäjä on aiheuttanut vahingot. Olisi hyvä kuitenkin, että liittymän omistaja ilmoittaisi tällaisessa tapauksessa Tiehallintoon havaitsemastaan puutteesta.

Jos liittymän omistajaan ei saada kunnostustyön aikana yhteyttä, pitää rumpu uusia joka tapauksessa, jos se aiheuttaa ongelmia pitkällä osuudella.

4.2.4 Laskuojien kunnostamisen sopimusasioiden hoitaminen

Tiedottamisen avulla pitää terävöittää laskuojien kunnostamisvastuita, joihin maantielaki ja vesilaki antavat seuraavia oikeuksia ja velvoitteita:

Maantielaki, 5 Luku, Alueiden hankkiminen ja korvaukset (27.5.2005)
60 § Laskuojat

Tiesuunnitelmassa osoitettuun laskuoja-alueeseen perustetaan tienpitäjälle raste-oikeus. Ojituksen luvanvaraisuudesta säädetään vesilain (264/1961) 6 luvun 2 §:ssä.

Jos maantietoimituksessa ei yhteisestä ojituksesta sovita tai siihen muutoin on erityisiä syitä, voidaan ojitusta koskeva asia siirtää käsiteltäväksi vesilaissa tar-

koitetussa ojitustoimituksessa, jossa voidaan tarvittaessa vähäisessä määrässä poiketa tiesuunnitelmassa osoitetusta laskuojan paikasta. Jos laskuojasta aiheutuu sen tekemisen jälkeen vahinkoa tai haittaa eikä korvauksista sovita, asia käsitellään vesilain mukaan.

Laskuojan kunnossapidosta on voimassa, mitä vesilaissa ojan kunnossapidosta säädetään:

Vesilaki 264/1961, 6 luku 7 §

Toisen maalle tehty oja on sen pidettävä kunnossa, joka käyttää ojaa hyväkseen. Jollei hän maanomistajan kehotuksesta kohtuullisessa ajassa pane ojaa kuntoon, on maanomistaja oikeutettu hakemaan [vesilautakunnalta] jäljempänä 20 luvun 7 §:ssä tarkoitettua määräystä. **Sama oikeus kuin maanomistajalla on myös muulla, joka ojan kunnossapidämisen laiminlyömisestä kärsii haittaa.**

Eli laskuojien kunnostamiseen on oikeus ja velvollisuus, mutta toimeksi saattamiseen ei ilmeisesti ole ajallisesti mahdollisuuksia eikä rahojakaan ole välttämättä osoitettu. Ilmeisesti osittain on kyse myös siitä, että osalliset odottavat "jonkun toisen" tekemisen aloitteen. Laskuojien kunnostamistarve on kuitenkin selkeästi kaikkien haastateltavien samoin kuin maastohavaintojen esille tuoma. Luontevin vaihe viedä asiaa eteenpäin on kuivatussuunnitelman yhteydessä, jolloin muutoinkin käydään tietä kokonaisuudessaan läpi. Tällöin voidaan pitää yleisötilaisuus ja käydä neuvotteluja maanomistajien kanssa ja samalla käsitellä lisätiealue tarpeet. Tarvittaessa käynnistetään ojitustoimittuksia.

4.2.5 Kuivatussuunnitelman tekeminen

Kuivatussuunnitelman tekemisen tarve tulee esille erityisesti rajaamattomien sorateiden ja kevyesti parannettujen päällystettyjen teiden (ei ole otettu lisätiealuetta parantamisen yhteydessä) tapauksissa silloin, kun ei tehdä varsinaista rakenteen parantamisen suunnitelmaa. Näilläkin teillä tarve riippuu tieympäristöstä, pohjamaaolosuhteista jne. Kaikille teille ei ole mahdollista tai tarpeellista tehdä yksityiskohtaisia tarkasteluja. Suunnitelmien tekeminen suositellaan aloitettavaksi merkitsevyydeltään tärkeimmistä teistä tai toistuvasti korjatuista teistä, joilla tiedetään olevan kuivatuksen "pullonkauloja".

Kuivatussuunnitelman tekemisen tai teettämisen on ajateltu olevan tilaajan vastuulla ja se liitetään hoidon alueurakan tarjouspyyntöaineistoon lähtötiedoksi. Urakka-aikojen pidentyessä se voi yhtä hyvin olla osana urakoitsijan tehtävää, jolloin urakoitsija voi arvioida, onko esimerkiksi taloudellisempaa hankkia lisätiealuetta kuin jatkuvasti korjata liian jyrkkiä luiskia.

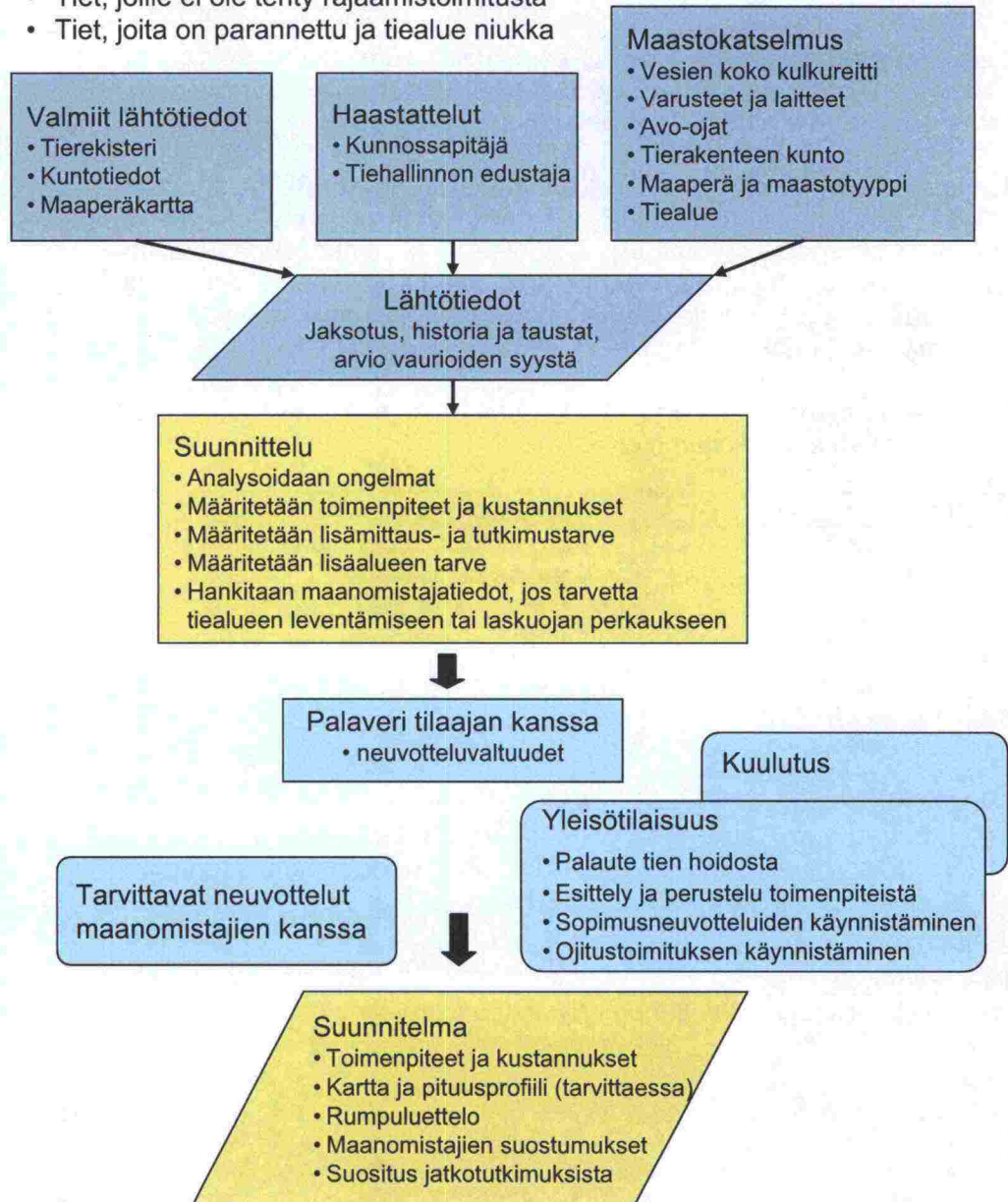
Kuivatussuunnitelman keskeiset osavaiheet ovat lähtötietojen kerääminen ja suunnittelu, jotka helpoimmissa tapauksissa voidaan toteuttaa maastoinventoinnin aikana. Suunnitelmaan sisältyy tarvittaessa ns. hallinnollisten asioiden hoitaminen: sivuojarumpujen uusimiseen liittyvä maanomistajien informointi, soratien tavoitelevyyden määrittäminen, laskuojien kunnostamisen sopimusasioiden hoitaminen ja tarvittaessa ojitustoimituksen käynnistäminen, tarvittavan lisätiealueen hankkiminen. Työhön on mahdollista sisällyttää laajempaa vuorovaikutusta tienpitäjän sekä maanomistajien ja tienkäyttäjien kesken järjestämällä yleisötilaisuus. Yleisötilaisuus on edullisinta toteuttaa yhtäaikaaisesti usealle tielle tai isommalle alueelle. Kuivatussuunnitelman tekemisen prosessikaavio on esitetty kuvassa 9.



Kuivatussuunnitelma, prosessikuvaus

Soveltamisalue:

- Tiet, joille ei ole tehty rajaamistoimitusta
- Tiet, joita on parannettu ja tiealue niukka



21.2.2005/ JTU, TRa

Kuva 9. Kuivatussuunnitelman prosessikaavio.




4.2.5.1 Lähtötiedot

Kuivatussuunnitelmaa varten kerätään kulloisessakin tapauksessa tarpeelliseksi katsottava määrä lähtötietoja, joita ovat mm. rekistereistä saatavat vaurio- ja kelirikotiedot sekä haastattelujen avulla mahdollisesti saatavat historiatiedot tehdyistä toimenpiteistä. Ongelmakohtien analysointia varten hyödyllistä tietoa saadaan perus- ja maaperäkartoista, joita voidaan käyttää tulosteissa havainnollistamaan ongelmakohtien sijaintia.

Kuivatussuunnitelmaan on hyvä kerätä esimerkiksi tiemestarilta tietoa kohteiden erityispiirteistä: jäätyvät tai nopeasti liettyvät rummut, suuret virtausnopeudet, salaojitetut jaksot, peltosalaojat, nopeasti umpeutuvat ojat jne.

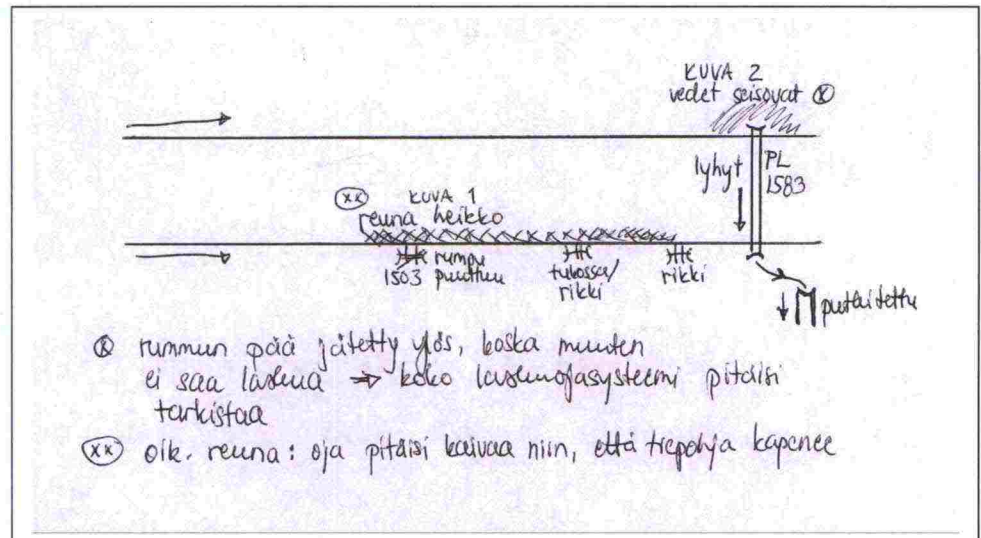
Kuivatussuunnittelun tärkein osavaihe on **maastoinventointi**. Inventoinnin tekijällä pitää olla riittävä asiantuntemus tunnistamaan olosuhteet ja yksilöimään toimenpidetarpeet niin, että samalla tulee otetuksi huomioon tierakenteen korjaustarve, käytettävissä oleva ja tarvittava tila, toimenpiteiden keskinäiset vaikutussuhteet jne. Inventoinnin yhteydessä määritetään myös mahdolliset lisämittaus- ja tutkimustarpeet.

Maastotarkastelu etenee tien harjakohdalta rummulle ja edelleen laskuojaan kuvassa 10 esitetyn ajatusketjun mukaisesti.

Tarkastettava osa-alue	Tarkastelunäkökulma
Poikkileikkausmuoto 	Pääsevätkö vedet tien pinnalta viiveettä sivuojaan
Sivuojan kunto 	Onko ojan vietto ja vesitilavuus riittävä, onko ojassa veden kulkua haittaavia esteitä
Rummun kunto 	Ovatko rummun päät auki, onko rumpu ehjä, riittävän kokoinen ja tarpeeksi pitkä, onko rummun korkeus-asema oikea
Laskuojan kunto	Pitääkö laskuojaa perata

Kuva 10. Kuivatusjärjestelmän kunnon tarkastamisen eteneminen.

Kuivatusprojektin aikana tehtiin kokeilumielessä edellä kuvatun prosessin mukaisesti kuivatuksen kunnon inventointi 5 kilometrin pituisella soratiellä Keski-Suomen tiepiirissä. Inventointiin meni maastossa aikaa noin 3 tuntia. Kirjaaminen ja tulostaminen voidaan tehdä hyvinkin yksinkertaisesti kuvan 11 mukaisesti, jolloin koko työhön menee esimerkin pituisella tiejaksolla aikaa 1 työpäivä.



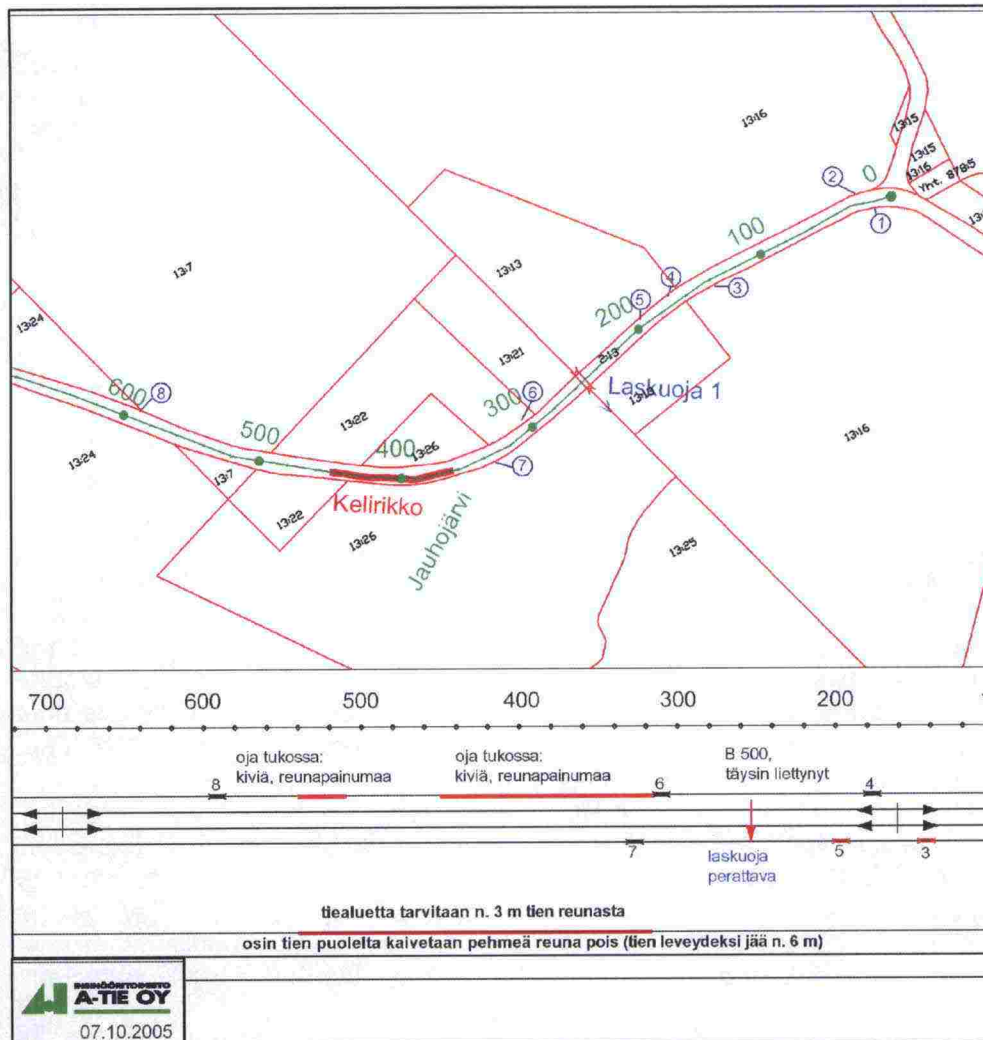
Kuva 11. Esimerkki kuivatussuunnitelman maastokirjauksista.

Maastoinventointiin sisältyy myös kuivatuksen kunnostamiseen liittyvien liikenneturvallisuuteen vaikuttavien näkökohtien tarkistaminen: loivempien luiskien tai kaiteiden tarpeen määrittäminen, tiealueen avartamistarve poistamalla puustoa ojituksen yhteydessä (nopeuttaa myös soratien pinnan kuivumista).

Tien leveyden mittaus suositellaan tehtäväksi aina, kun silmämääräisesti arvioiden tien leveys muuttuu yhtenäisellä jaksolla. Inventoija arvioi, miten leveältä tien pehmeitä reunoja pitäisi leikata ojituksen yhteydessä. Tarvittaessa asian voi tarkistaa kaivamalla tien reunaa auki pienellä osuudella tai tutkimalla kerrosten paksuuden vaihtelua poikkileikkaussuunnassa maatulkuotauksen tai kairausten (esim. pistokairan) avulla.

4.2.5.2 Suunnittelu

Yksilöidyt kuivatuspuutetiedot ja parantamisesitykset voidaan tulostaa joko paaluvälikohtaisena luettelona tai ne voidaan esittää kartalla, jolloin havainnollisesti nähdään esimerkiksi kelirikon kohdentuminen tukossa olevan ojan kohdalle, esimerkki on kuvassa 12.



Kuva 12. Esimerkki kuivatussuunnitelman karttatulosteesta, johon on liitetty maanomistustiedot.

Jos kohteella on todettu olevan runsaasti esimerkiksi lisätiealuetarvetta, on hyödyllistä liittää suunnitelmakartalle myös maanomistustiedot, ks. kuva 12. Tällöin voidaan yksilöidä ne maanomistajat, joiden kanssa käydään sopimusneuvottelut lisätiealueen hankkimista varten. Tämän tyyppinen hanke on tehty Vaasan tiepiirissä sellaisella kohteella, jossa niukan tiealueen takia on aina jäänyt kuivatuksen toimintaa haittaavia kohtia.

4.2.6 Ongelmien yksilöinti, kunnostustoimenpiteiden valinta

Kuivatusjärjestelmän kunnossa pysymisen kestoon vaikuttaa rakenteen kunto ja toisaalta rakenteen kunnosta riippuu se, miten merkittäviä vaikutuksia pelkällä kuivatuksen kunnostamisella voidaan saada aikaan. Oikean kunnostustoimenpiteen valitsemiseksi on tärkeää analysoida lähtötilanne kokonaisuutena ottaen huomioon, että korjausmenetelmävalikoimaa rajoittaa lisäksi käytettävissä oleva tila.

Seuraavissa kappaleissa on esitetty nykytilavaiheen perusteella yksilöidyt itse kuivatusjärjestelmään ja sen toimivuuteen kohdentuvat ongelmatyypit. Ongelmatyypikohtaisesti löytyy viittaus liitteen 2 toimenpidekortteihin, joissa on esitetty ratkaisuvaihtoehtoja ja suunnittelussa huomioon otettavia asioita.

Korteissa on myös arvio eri toimenpidevaihtoehtojen kestosta. Arvioita on mahdollista täsmentää jatkossa, kun toteutumien kirjausta kehitetään ja voidaan tehdä seurantaan perustuvia päätelmiä. Tämän työn aikana valittujen kahden seurantakohteen sekä koerakentamiskohteiden tiedot auttavat osaltaan arviointien tekoa. Seurantakohteilla analysoitiin lähtötilanne ja arvioitiin tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksia sekä vaikutusten todentamistapoja, yhteenvedot ovat liitteessä 1. Koerakentamiskohteet on raportoitu S14:n koerakentamisprojektissa. Seuranta-aika oli kaikilla kohteilla lyhyt ja tulosten määrittämiseksi tarvitaan pidemmän aikavälin havaintoja erityyppisiltä kohteilta.

4.2.6.1 Luiskien ja ojan pysyvyys (toimenpidekortit 1-4)

Luiskien pysyvyyteen vaikuttaa huomattavasti koko tierakenteen ja erityisesti reunaosien kantavuus. Jos tie on koko leveydeltään heikosti kantava, se leviää nopeasti ojituksen jälkeen ja ojat täyttyvät. Tällaisilla kohteilla pelkkää ojitusta ei kannata tehdä, vaan kuivatus pitää kunnostaa yhtä aikaa rakenteen parantamisen tai keliirikkokorjauksen kanssa.

Jos reunat ovat heikosti kantavat eikä tietä kavenneta ojituksen yhteydessä, sisäluiskat sortuvat nopeasti ojituksen jälkeen (ks. liite 1 ja raportin kohta 4.2.2). Ojien pysyvyyttä parantavia toimenpiteitä on esitetty **kortissa 1**. Reunojen vahvistamisesta on S14:n koerakenneprojektin raportissa oma kuvauksensa. Luiskien pysyvyydessä on lisäksi seuraavia maalajikohtaisia ongelmia, jotka eivät riipu tierakenteen kunnosta. Ratkaisumalleja on esitetty **korteissa 2,3 ja 4**.

Maalaji	hiekk- ja soramoreeni, hiekka	siltti, silttimoreeni, savi	turve
Tyypillinen ongelma	Jos virtausnopeus on suuri, ojaluiskat syöpyvät ja materiaalia kulkeutuu veden mukana täyttävien rummut, kortti 2 .	Ojien ja rumpujen nopea liettyminen, luiskien eroosio, kortti 3	luiskien heikko kantavuus kortti 4

4.2.6.2 Ojien toimivuus (toimenpidekortit 5-7)

Rakenteen kuivattumisen kannalta tärkeimpiä asioita on ojien riittävä vietto-
kaltevuus ja vesien esteetön kulku ojassa, ei niinkään ojien suuri syventämi-
nen. Jos vietto on pieni ja ojassa on veden kulkua haittaavia esteitä, vesi jää
seisomaan sivuojaan. Esteet (kivet tai kallio ojan pohjalla, tukkeutuneet tai
puuttuvat sivuojarummut) kirjataan kuivatussuunnitelmaan ja niiden korjaa-
minen / poistaminen on normaalia kunnostustoimintaa.

Ojien kunnon lisäksi pitää rakenteeseen suodattuvalla tai sinne muulla tavoin
joutuvalla vedellä olla pääsy kuivatusjärjestelmään. Veden padottumista ra-
kenteeseen ja tarvittavia korjausmenetelmiä on kuvattu **korteissa 5 ja 6**.

Jos riittävää viettoa ei ole mahdollista saada aikaan, pitää parantaminen
kohdentaa rakenteen vahvistamiseen tai tehdä tasausnosto, **kortti 7**.

4.2.6.3 Kuivatusratkaisut sivukaltevassa maastossa (toimenpi- dekortti 8)

Jos sivukaltevassa maastossa rinteiden puolella ei ole ojaa ollenkaan tai oja ei
riitä katkaisemaan vesien pääsyä tien pinnalle ja tierunkoon, on seurauksena
routaheittoja ja pituushalkeamia. Kuivatusratkaisuja on esitetty **kortissa 8**.

4.2.6.4 Rummut (toimenpidekortit 9 ja 10)

Rumpujen kuntoon ja kunnostamiseen liittyviä asioita on käsitelty **korteissa
9 ja 10**. Korteissa on viitattu parantamisen osalta seuraaviin kehitysideoihin,
joita on kartoitettu nettikyselyn avulla ja materiaalitoimittaja Viapipe Oy:n
edustajan Juhani Güntherin kanssa pidetyssä yhteistyöpalaverissa. Osa rat-
kaisuista on jo käytössä, nyt oli lähinnä kysymys ratkaisujen soveltamisolo-
suhteista. Menetelmiä ei ole kokeiltu projektin aikana.

Rummun päiden tukemisratkaisut

Kivikoreja käytetään yleisesti luiskien tukemiseen ja eroosiosuojaukseen.
Jos rummun kohdalla on jyrkät luiskat tai heikosti kantavat reunat, voitaisiin
ratkaisuna käyttää 30 cm:n korkuista kivikorimattoa. Kivikorien hinnat ovat
luokkaa 30-40 €/m³.

Rummun päiden kaulusratkaisuja on käytössä ainakin USA:ssa. Kaulukset
ovat rumpuihin liitettäviä tehdasvalmisteisia osia ja niitä on käytetty suuriin
rumpuihin.

Jäätyvät rummut

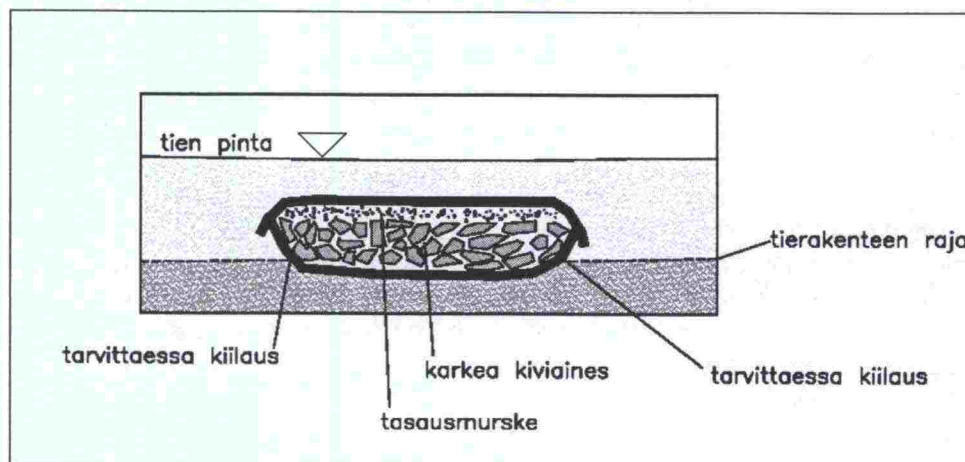
Jäätyvillä rummuilla on käytetty ylivuotoratkaisua, jollaisena toimii isomman
putken sisäpuolelle yläpintaan asennettu pienempi putki.

Ajoittain täydet putket

Jos rumpuputki täyttyy ajoittain ja aiheuttaa vesien kertymisen sivuojaan,
voidaan rummun rinnalle asentaa ylemmäksi ylivuotoputket.

Rummun korvaava ratkaisu

French mattressilla viitataan poikittaista suoto-ojaa vastaavaan rakennetyyppiin, jossa suodatinkankaan sisälle tehdään karkeasta (hienoaaines poistettu) kiviaineksesta minimissään 3 kertaa maksimirakeen halkaisijan paksuinen kerros. Rakenne tehdään koko tien levyisenä tai tarvittaessa leveämpänäkin ja suodatinkangas tulee myös sivulle estämään hienorakeisen maa-aineksen pääsyä karkean kiviaineksen joukkoon. Pituussuuntaan tarvittava ulottuvuus riippuu rakenteen läpi johdettavasta vesimäärästä. Rakennetta voitaisiin kokeilla esimerkiksi alavalla maastonkohdalla, jossa vesiä ei saada johdettua pois eli rakenne tehdään vettä sietäväksi. Toinen sovelluskohde voisi olla rumpupaikka, jossa rummun päät tukkeutuvat nopeasti tai rummulle ei saada riittävää peitesyvyyttä. Rakennetyyppi vaatii lisätarkasteluja, joissa arvioidaan soveltuvin suodatinkangas ja raekokojakautuma sekä kiilaustarpeet ympäröivään tierakenteeseen nähden.



Kuva 13. Rummun tilalle rakennettava french mattress, jonka läpi vesi pääsee virtaamaan. Kuvaa on muokattu lähteessä /4/ esitetystä.

5 YHTEENVETO

Kuivatuksen toimintaan vaikuttaa monta eri osatekijää. Puutteet yhdessäkin tekijässä voivat estää kuivatusta toimimasta asianmukaisesti. Kunnostamisen kannalta onkin oleellista tarkastaa ja kunnostaa systemaattisesti vesien koko kulkureitti harjakohdalta rummulle ja edelleen laskuojaa pitkin purkupaikalle asti eli varmistaa se, että vedet eivät jää missään vaiheessa seisomaan tien pinnalle tai sivuojiin. Tällaista tarkastelutapaa on sovellettu ja kuvattu projektissa kehitetyssä tiekohtaisessa kuivatussuunnitelmassa. Kuivatussuunnitelman teettämisen on luontevinta olla tilaajan vastuulla ja se on osa hoidon alueurakan tarjouspyyntöaineistoa.

Tiehallinnon T&MSora -järjestelmän rakenteellisen kunnon puutetietoja tai tieanalyysien kuivatuspuute- tai kuivatusluokkatietoa ei voida pitää riittävinä tietoina tarjousten tai toimenpiteiden suunnittelua tai laadunvalvontaa silmällä pitäen. Tämän selvityksen mukaan suositellaankin, että kuivatussuunnitelmassa esitettyä lähtötietojen keruutapaa ja -tarkkuutta sovellettaisiin myös esimerkiksi rakenteen parantamisen suunnittelun ja alueurakoiden tarjousvaiheen lähtötietoja kerätessä. Kun tilanne on kertaalleen kunnolla kartoitettu, pitää päivityksistä huolehtia ja kirjata toimenpiteiden jälkeen tarkka toteutuma.

Kuivatuksen kunnostamista hankaloittaa, hidastaa ja jopa paikoin estää tiealueen riittämättömyys. Lisäksi helposti jää hoitamatta sellaisia kuivatuksen toimivuuteen vaikuttavia asioita, joissa kustannusvastuuta on kolmansilla osapuolilla, eikä asianosaisiin ole saatu yhteyttä tai neuvottelujen hoitaminen koetaan työlääksi (liittymärumpujen uusiminen ja kunnostaminen ja laskuojien perkaaminen tai syventäminen). Kun toimenpiteitä rajoittavat asiat on kertaalleen hoidettu kuntoon kuivatuksen kannalta kriittisissä kohdissa, on jatkossa huomattavasti helpompaa ja halvempaa huolehtia kuivatuksen toimivuudesta.

Nykyistä laajemman tiedottamisen toivotaan tuovan eri osapuolten vastuuta selkeämmin esille ja siten edistävän kuivatuksen kuntoon saattamista. Tiedottamista voidaan hoitaa kuivatussuunnitelman tekemisen aikana pidettävissä yleisötilaisuuksissa, joissa voidaan tarvittaessa käsitellä usean tien asioita yhtäaikaaisesti ja ottaa esille muitakin hoidon kannalta tärkeitä asioita.

Nykyisellään hoidon lopputuotteessa on havaittavissa kuivatusjärjestelmän kuntoon vaikuttavia laatupuutteita. Urakoitsijan edellytetäänkin tuottavan nykyistä huolellisemmin asiakirjojen mukaista laatua, jota taas tilaajan edustajan pitää nykyistä tinkimättömämmin vaatia. Lähtötilanteen tarkka inventointi auttaa osaltaan valvojaa tarkastamaan laadun toteutumista ja täsmentämään jo tarjousvaiheessa tarvittavat toimenpiteet niin, että jatkossa ei tilattaisi pelkkää ojitusta vaan kokonaisvaltaista kuivatuksen kunnostamista.

Hallinnollisia päätöksiä tarvitaan sorateiden tavoitelevyden määrittämiseksi. Nykyisellään ns. ylläveät eli aikojen kuluessa kuormituksen levittämät heikkorakenteiset soratiet aiheuttavat ongelmia kunnossapitotöille ja kunnossapitotyön laatu heikkenee: sorateille jää reunapalteet ja sivukaltevuudet jäävät liian pieniksi. Seurauksena on mm. tien reikiintyminen, joka on yleisimpiä sorateiden negatiivista asiakaspalautetta aiheuttavia tekijöitä. Lisäksi tien reunaosat ovat heikosti kantavia ja aiheuttavat pahimmillaan liikenneturvallisuusriskin. Päätösten tekeminen edellyttää tien hyödynnettävissä olevan le-

veyden määrittämistä ja liikennetarpeiden tuntemista. Ainakin liikennemäärältään alle 50 ajon./vrk olevat tiet tulisi ojitusten yhteydessä kaventaa eli palauttaa alkuperäiseen leveyteensä.

Toimenpiteiden vaikutusten ja eri osatekijöiden keskinäisten riippuvuuksien tunnistamisen kautta on mahdollista määrittää kussakin tilanteessa edullisin ratkaisu. Kuivatuspuutteilla on esimerkiksi suuri vaikutus kelirikon syntymiseen. Kelirikkokorjausten suunnittelu pitääkin kytkeä yhteen kuivatuksen parantamistarpeen määrittämisen kanssa. Suunnittelijan pitää tunnistaa, millä osuuksilla kannattaa kuivatus korjata ensin (esim. rummun korjaus, kallion rikkominen ojasta, reunojen auki kaivu jne.), ja arvioida seurannan avulla, mitä muita toimenpiteitä tarvitaan. Toisaalta pitää tunnistaa myös ne olosuhteet, joissa ojien perkausta ei kannata tehdä ennen kuin rakennetta on vahvistettu.

Kunnostuskohteilla on tarvittaessa helppo tehdä kokeiluja, joissa seurataan samanlaisiin olosuhteisiin tehtyjen vaihtoehtoisten toimenpiteiden vaikutuksia tien kuntoon (vertailuparitekniikka). Menetelmä on luotettava, jos vain lähtötilanne on arvioitu oikein. Pelkillä PPL -mittauksilla vaikutuksia ei voida määrittää, kuten on todettu liitteen 1 kokeilukohteessa 2.

On tärkeää laajentaa kuivatuksen osalta toimenpidevalikoimaa ja tunnistaa sellaiset erityiskohdat, joissa tarvitaan tavanomaisista poikkeavia ratkaisuja: salaojat, syväsalaojat, imeytyskaivot, reunavahvistukset, kerrosmateriaalien käsittely, uusi rumpu, ojien putkitus, luiskien eroosiosuojaus, rummun päiden kiveykset/tukemiset jne. Tässä tuotettuja kuvauksia (liitteen 2 kortit) toivotaan täydennettävän seurannan myötä ja niitä voidaan käyttää apuna esim. koulutuksessa, jota sorateiden osalta on todettu tarvittavan.

6 PROJEKTIN TULOSTEN KÄYTTÖÖN OTTO

Tämän selvityksen tulosten jalkauttamiseksi käytäntöön suositellaan seuraavia toimenpiteitä:

1. Merkittävyysluokituksen tai muun käytössä olevan teiden kunnostamisen priorisointia auttavan järjestelmän perusteella määritetään ne kohteet, joille tehdään tiekohtaiset kuivatussuunnitelmat joko erillisinä tai yhdistettynä kelirikkokorjaussuunnitteluun.
2. Suunnitellaan rekisteri/tietokanta, jonne kerätään vähintään päätierumpujen tiedot sekä toteutetut toimenpiteet tarkkoine osoiteväleineen ja ajan-kohtineen.
3. Määritetään, miten ja minne kuivatussuunnitelman tiedot viedään tietokannaksi jatkohyödyntämistä varten.
4. Suunnitellaan tietopankki tässä raportissa esitetyn mukaisten olosuhde- ja toimenpidekuvauskorttien tallentamista ja jatkokehittämistä varten. Ko. pankkiin voitaisiin liittää tässä työssä hankittu laaja kuvamateriaali.
5. Järjestetään koulutusta, jossa käsitellään laajasti yleistä "soratietietämystä" ja tuodaan esille eri tekijöiden keskinäiset riippuvuudet ja vaikutukset tien kuntoon.
6. Tehdään systemaattista seuranta- ja toimenpiteiden vaikutusten määrittämiseksi. Vaikutusten arviointi edellyttää kohdassa 1 viitattua kuivatussuunnitelman mukaista tarkkaa lähtötilanteen kartoitusta ja analysointia.

Kuivatusprojektin tuloksia on jo hyödynnetty rakenteen parantamisen suunnitteluohjeessa ja alan koulutustilaisuuksissa.

7 KIRJALLISUUS

Raportin kirjallisuusviitteet

/1/ Leena Korkiala-Tanttu, Rainer Laaksonen, Jouko Törnqvist. Kevään ja ylikuorman vaikutus ohutpäällysteisen tien vaurioitumiseen. Tiehallinnon selvityksiä 11/2003, TIEH 3200801.

/2/ Rantamäki, Jääskeläinen, Tamminrinne. Geotekniikka 464, Otakustantamo 1979.

/3/ Pituushalkeamat osa II. Tiehallitus, Kehittämiskeskus 22/1991.

/4/ Penn State University, Center for Dirt & Gravel Road Studies, Technical Bulletin # D-002, version 1.0 8/24/01.

Muuta kirjallisuutta

Harri Spoof, Sami Petäjä. Kevytpäällysteisten tierakenteiden kunnon kehittämisen ennustemallit. Tiehallinnon selvityksiä 1/2002, TIEH 3200735.

Kuivatustutkimus osa II. Tielaitos, Kehittämiskeskus 47/1993.

Leena Korkiala-Tanttu, Pekka Jauhiainen, Pekka Halonen, Rainer Laaksonen, Markku Juvankoski, Heikki Kangas, Janne Sikiö. Luiskatun tierakenteen urautuminen. Kevytpäällystetutkimus, HVS-Nordic -koerakenteet. Tiehallinnon selvityksiä 33/2002, TIEH 3200765.

Martti Heikkinen. V -poikkileikkaus ja teräsverkot tierakenteessa. Tulokset V -poikkileikkauksen ja teräsverkkojen käyttökokeista tien pituussuuntaisten halkeamien ehkäisyssä. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 32/1993, TIEL 4000043.

Sorateiden hoito ja kunnostus. Tielaitos 1995; TIEL 2230013.

Taina Rantanen, Vesa Männistö, Esko Hätälä ja Tuomas Talka. SORAVOL - Oulun, Lapin ja Vaasan tiepiirien sorateiden palvelutaso. Tiehallinnon selvityksiä 39/2005.

Timo Saarenketo, Pauli Kolisoja, Nuutti Vuorimies, Seppo Ylitapio. Kantavan kerroksen murskeen imupaine- ja muodonmuutosominaisuudet. Tiehallinnon selvityksiä 9/2001, TIEH 3200657.

Pellon kuivatus tien kohdalla, Tielaitoksen selvityksiä 64/1993, TIEL 3200189.

Pituushalkeamat osa I, Tiehallitus, Kehittämiskeskus 21/1991.

Pituushalkeamat osa II, Tiehallitus, Kehittämiskeskus 22/1991.
Routavaurio- ja kuivatustutkimus. Kalliokohdetutkimus. Tiehallitus, Kehittämiskeskus 20/1991.

Soratiestön runkokelirikko. Tielaitos 1/1999.

Syväkuivatuksen käyttö tien sivulta virtaavan veden aiheuttamien routavaurioiden korjaamisessa. Tielaitoksen selvityksiä 47/2000, TIEL 3200633.

LIITTEET

- Liite 1. Kuivatusseurantakohteet
- Liite 2. Toimenpidekortit

Kuivatusseurantakohde 1, Joroinen
KERISALOSAAREN PT 15398 TIEOSA 2
Antero Nousiainen /Tieliikelaitos

Kohteessa oli tarkoitus seurata perkauksen vaikutusta tien kuntoon ja poikkileikkausmuodon säilymistä.

Lähtötilanne

Ennen perkausta ojat ovat olleet pitkälti ummessa. Tie on ympäröivien peltojen tasalla ja hyvin märkä. Paikoin tien pintaan on tihkunut veden lisäksi hienoaainesta. Pohjamaa on silttiä (hienoainesta 90 %, vesipitoisuus 25,5 % ja tilavuuspaino 16-18 kN/m³). Tierestikseen mukaan tien leveys on 5,5 m, tie on kuitenkin selvästi leveämpi.



Kuva 1. Kohde kesäkuussa 2004 ennen ojien perkausta.

Tilanne ojituksen jälkeen

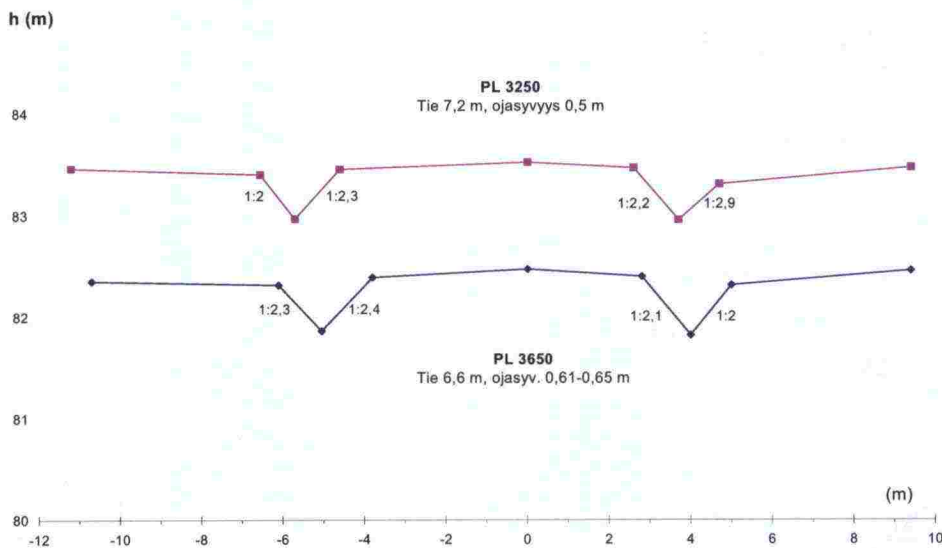
Ojat perattiin kesäkuussa 2004. Ojien pysyvyyden seurantaa varten tehtiin poikkileikkausvaaitus heinäkuussa 2004 ojituksen jälkeen. Mittaus tehtiin 50 m välein tieosan 02 paaluvälillä 3150-3950.



Kuva 2. Kohde perkauksen jälkeen heinäkuussa 2004.

Tietä ei kavennettu ojituksen yhteydessä, vaan tien leveys oli vielä perkauksen jälkeenkin 6,5 m - yi 7 m. Luiskakaltevuudet olivat mittausten mukaan noin 1:1,2-1:1,25 ja ojasyvyys 0,5-0,7 m.

Liite 1 (2/7)



Kuva 3. Pt 15398 / 02 esimerkkejä ojituksen jälkeen vaaituista poikkileikkauksista 2004.

Tilanne keväällä 2005 (19.5.2005) vajaa vuosi perkauksen jälkeen

Noin plv 3200-3250 tie on märkä, pääosin kuitenkin kiinteä. Luiskat ja piennar ovat pehmenneet ja luiskat ovat paikoin pettäneet ojaan. Molemmissa ojissa seisoo vettä 5-25 cm. Vasemman sisäluiskan kaltevuudeksi on arvioitu 1:1,4-1:3 (1:2,3) ja oikean 1,6-1:2 (1:2,2). Suluissa oleva arvo on perkauksen jälkeen mitattu. Paaluvälillä 3400-3550 tie ja luiskat ovat kiinteämpiä, ojissa on vain hiukan vettä. Paalun 3550 jälkeen luiskissa ja pientareella on halkeamia ja tien reuna/luiskat ovat pehmenneet ja myös pettäneet pitkältä matkaa. Keskenmällä ajorata on pääosin kiinteä. Ojissa makaa vettä, paikoin myös tiellä. Luiskista pursuaa vettä ja ne tuskin kantavat kävelijää. Molemmat tien reunat ovat pehmenneet ja halkeilleet muutamien metrien matkalta myös tien loppupäässä, vaikka eivät olekaan pettäneet samoin kuin peltojaksolla.



Kuva 4. Kohde toukokuussa 2005, perkauksesta on kulunut vajaa vuosi.

Johtopäätökset: Ojien kunnostamisen yhteydessä olisi pitänyt määrittää tien käytettävissä oleva leveys ja luiskata tien reuna niin, että pehmeä reuna olisi poistunut, ks. liite 2, kortti 1.

KUIVATUSSEURANTAKOHDE 2, RANTASALMI LAITILAN PT 15355 TIEOSA 1

Antero Nousiainen /Tieliikelaitos

Kohteen yleiskuvaus ja seurannan tavoite

Tie oli määritetty vuoden 2004 perkaus ja kelirikkovauriokorjauskohteeksi. Seurannalla selvitetiin tien alkupään perkauksen ja kelirikkokorjauksen vaikutusta tien kuntoon ja kantavuuteen. Tarkoituksena oli jättää alkuun perkaamaton vertailupari plv 100-250, mikä ei kuitenkaan toteutunut vaan koko kohde on perattu. Tien KVL on 86 ajoneuvoa/vrk. Pohjamaa on hiekkamoreenia. Rummut viettävät paalutussuuntaan oikealta vasemmalle.

Tutkimukset

Maastokäynnin yhteydessä 10.5.2004 todettiin:

- alkupäässä noin paalulla 100 on uusittu rumpu
- plv 160 - 830 tie on kuoppainen,
- etenkin oikea oja on hyvin matala / tukkeutunu
- ulkoluisiin on jätetty vanhoja kaivu-/aurausvalleja
- ei varsinaista kelirikkoa.
- uponnut betoninen rumpu paalulla 348
- tien leveys 5,9 m pl 345.

Näytteet otettiin pl 325 (numero 5) ja pl 80 (numero 6) oik. sisäluiskasta, syvyys 5-10 cm. Pohjamaa on hiekkamoreenia, kivisyys noin 10 %, hienoainesta 20 %. Kantavuus on mitattu ennen toimenpiteitä pudotuspainolaitteella 16.6.2004 10 m välein paaluväliä 120 – 420. Mittausten parilliset paalulukemat ovat oikealta kaistalta, parittomat vasemmalta kaistalta. Kantavuus on ollut keskimäärin 84 MN/m². Jaksoittaiset kantavuusindeksit on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1: Kantavuusindeksejä jaksoittain ennen rakentamista.

PLV	E2	SCI200	BCI
	(MN/m ²)	(µm)	(µm)
120-250	76	786	59
260-350	82	840	44
360-420	104	734	27

SCI – indeksin mukaan rakenteen yläosa on melko heikko; erityisesti ennen suunniteltua kelirikkokorjausta paaluilla 310 - 330 SCI on noin 1200 µm. Vedenjakaja sijaitsee noin paalulla 300. Oikealla kaistalla vedenjakajana toimii liittymä.

Toimenpiteet

Ojien perkaus ja kelirikkokorjaukset toteutettiin alkuperäisen ohjelman mukaan kesällä 2004:

- kelirikkokorjaus jaksolle 330 - 370
- rummun uusiminen ja laskuojan perkaus pl 350
- ojien perkaus koko tiellä.

Rakennustyöt on toteuttanut Tieliikelaitos, projektipäällikkönä Pekka Urjo ja projektivastaavana Juha Räsänen. Tilaajan yhteyshenkilö Kaakkois-Suomen tiepiiristä on Keijo Turkki.



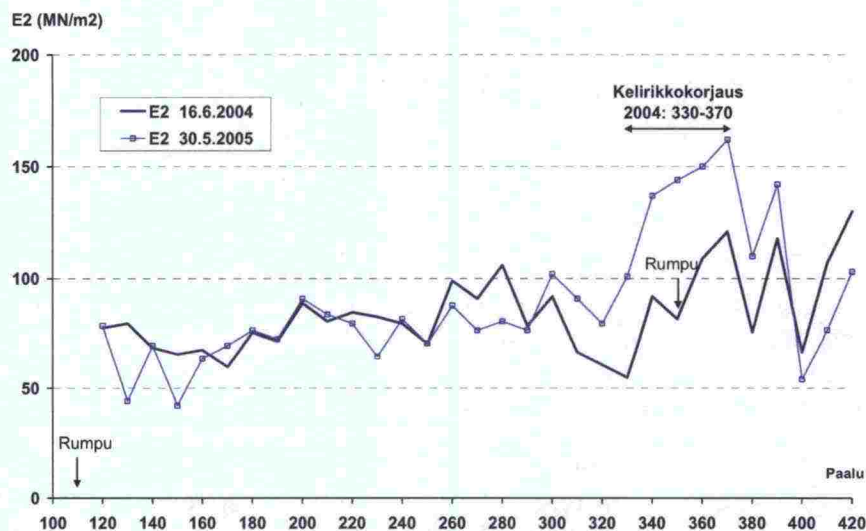
Kuva 1. Pt 15355/01 oikea oja noin pl 150. Oikeanpuoleisen ojan takana näkyy vanhoja aurausvalleja.



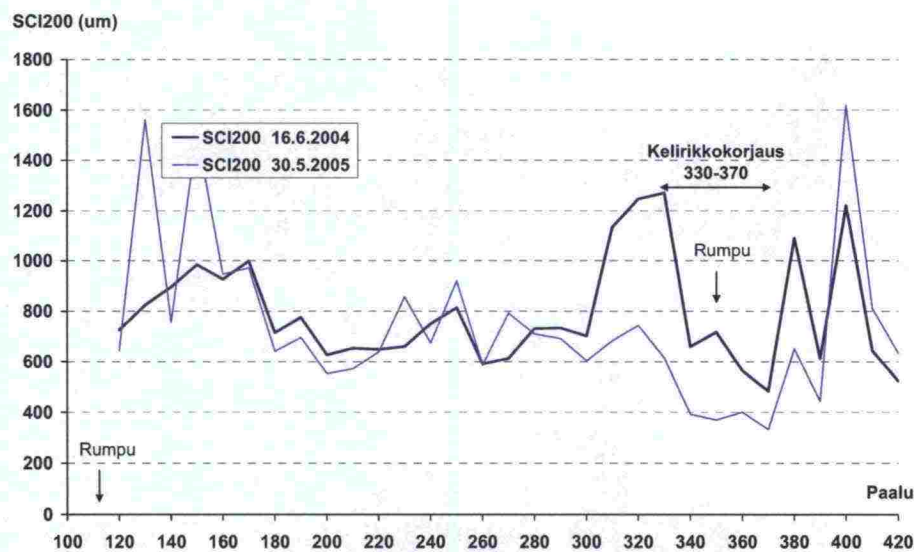
Kuva 2. Pt 15355/01 noin pl 345 kuva taaksepäin, perattavaa jaksoa.

Tilanne kesällä 2005

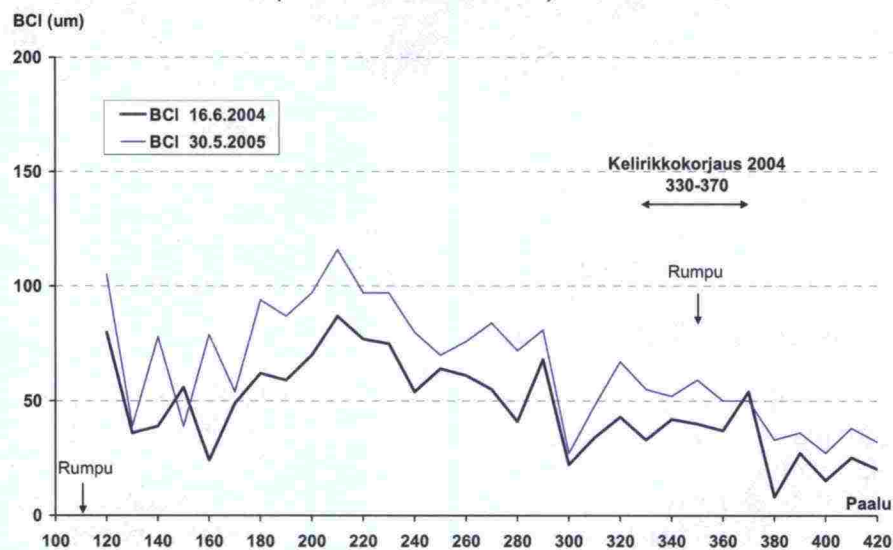
Kantavuus mitattiin uudelleen 30.5.2005. Plv 120-300 kantavuus ennen kelirikkokorjausjaksoa on nyt keskimäärin 7 % heikompä kuin perkausta edeltäneenä keväänä. Heikentyminen johtuu pääasiassa pohjamaan heikommasta kantavuudesta (BCI –indeksi korkeampi, vesipitoisuus suurempi?). Poikkeuksellisesti alkupäässä vasemmalla kaistalla BCI ei ole heikentynyt (130, 150, 170) kuten muualla, kuvat 3-4 ja taulukko 2. Rakenteen yläosan jäykkyys on samaa luokkaa kuin edellisenä keväänä, poikkeuksena vasen kaista jakson alussa, jossa se on heikentynyt merkittävästi. SCI –indeksi on noussut peräti 70 % pl 130 ja 150 (kuva 7). Syy ei selvinnyt.



Kuva 3. E2 kantavuuden (PPL) vertailu mittauksista 2004 – 2005.



Kuva 4. SCI -indeksi (D 0 mm – D 200 mm) 2004 - 2005.



Kuva 5. BCI -indeksit (D 900 mm – D1200 mm) 2004 - 2005.

Taulukko 2. Kantavuusindeksien vertailu 2004 - 2005.

15355/01	Ojien perkausjakso 120-300			Kelirikkokorjaus 330-370		
	E2 (MN/m2)	SCI200 (mm)	BCI (mm)	E2 (MN/m2)	SCI200 (mm)	BCI (mm)
16.6.2004	80	757	57	92	739	41
30.5.2005	75	807	77	139	422	53
Muutos	-7 %	7 %	36 %	51 %	-43 %	29 %

Tarkastuskäynnillä 19.5.2005 vettä virtasi oikeassa ojassa koko matkalla sadekuuron jälkeen, mutta ojan pohjalla olevat kivet muodostivat välillä 10 - 20 cm syvyisiä altaita oikeaan ojaan, kuva 6. Vasemmassa ojassa on vettä 1-10 cm välillä 163 - 250. Alkupäässä kivi padottaa vesiä taakseen. Pintakunnossa ei alkujaksolla(kaan) näkynyt mitään hälyttävää, jonkin verran märkyyttä sateesta ja matalista reunavalleista johtuen. Pohjamaan heikompaa kantavuutta voidaan osin selittää aiemmin keväällä tapahtuneella mittauksella ja myöhemmällä kevääntulolla. Erikoista vaihtelua alkupäässä on jo vaikeampi selittää. Kantavuuden mittausaikaan 30.5.2005 ojat olivat kuivat. Paalulla 200 oikea oja on 70 - 75 cm syvä ja vasen oja 50 cm. Luiskakaltevuudet ovat 1:1,6.



Kuva 6. Tie ja oikea oja sadekuuron jälkeen paalulla 150, 19.5.2005.

Kuivatuksen merkityksen selkeä osoittaminen vaatii vielä jatkoseurantaa. Aika näyttää miten pitkään ojat pysyvät auki. Ojissa olevat kivet olisi nyt ollut mahdollista inventoida seuraavaa kunnostuskertaa tai mahdollista kuivatussuunnittelua varten.

Kelirikkokorjausjakson 330 - 370 kantavuus


Kelirikkovauriokorjausjaksolla kantavuus on parantunut 50 % heikentyneestä pohjamaasta huolimatta. Tämä johtuu selkeästi parantuneesta rakenteen yläosan jäykkyydestä (SCI). Kiilaus on aloitettu reilut 20 m ennen ja jälkeen korjausjaksoa, koska kantavuus on parantunut välillä 300 - 390. Paalujen 310 ja 380 aiemmin surkea pintakantavuus on parantunut 37 %. Uusi murske erottuu välillä 290 - 400. Jaksolla on parannettu myös kuivatusta: uusi rumpu tukkeentuneen tilalle, ojien ja laskuojan perkaus. Vettä seiso perkauksesta huolimatta oikeassa ojassa molemmien puolin vedenjakajana toimivaa tonttiliittymää (ei rumpua) enimmillään 22 cm, kuva 7.



Kuva 7. Kelirikkokorjausjaksoa sateen alkaessa, paalu 350.

Johtopäätökset: Kantavuusmittausten tuloksista ei voida tehdä mitään johtopäätöksiä ilman vastaavissa olosuhteissa olevaa vertailuparia (joka alkuperäisen suunnitelman mukaan piti olla). Kuivatusolosuhteiden muutosten vaikutusta kantavuuteen ei pystytty erittelemään mittauksia edeltäneiden sääolosuhteiden ja pohjavesipinnan sijainnin vaikutuksista.

KORTTI 1

<p>Ongelmatyyppi OJIEN PYSYVYYS, HEIKOT TIEN REUNAT</p> 	<p>Rakenne on reunoja lukuun ottamatta hyvä-kuntainen. Pohjamaa on silttiä tai silttimoreenia. Ojat täyttyvät nopeasti ojituksen jälkeen.</p>
--	---

Kuivatuksen kunnostaminen	Pehmeät reunat leikataan pois ojituksen yhteydessä. Sivuoja putkitetaan.
Vaihtoehtoisia korjaustapoja	Reunaosien massanvaihto Luiskien vahvistus painamalla kaivurin kauhalla karkeaa materiaalia luiskaan ja ojan pohjalle, viite: S14 koerakentamisprojektin raportti

Huomioitavaa!	Oikean toimenpiteen valitsemiseksi on määritettävä tien tavoiteleveys. On tärkeää kaivaa sivuojat alkukesästä, että ehtivät nurmettua ennen syksyä.
---------------	--

Toimenpide (tie n. 6,5 m)	yksikkö	hinta €	kestoikäarvio
ei tehdä erityistoimenpiteitä ojituksen yhteydessä	-	-	1 - 3 v
tien kaventaminen (hintaa muodostuu leikkausmassojen kasvusta)	jm	5	5 - 10 v
sivuojan putkitus	jm	30-70	20 v
ojien + luiskien vahvistus karkealla materiaalilla	jm	5-10	5 - 10 v
reunaosien massanvaihto	jm	20-30	15 - 20 v

KORTTI 2

Ongelmatyyppi
OJIEN PYSYVYYS, EROOSIO

Pohjamaa on hiekkaa, hiekka- tai soramoreenia. Ojan vietto on suuri. Ojaluiskat syöpyvät ja materiaali kulkeutuu veden mukana täyttäen ojan ja rummut.

Kuivatuksen kunnostaminen

Ojan pohjan ja ojaluiskien verhoilu karkealla murskeella. Ojaluiskien sitominen kasvillisuudella. Rummun pään ympäristöön kiviverhous.

Vaihtoehtoisia korjaustapoja

Viite: S14 koerakentamisprojektin raportti

Huomioitavaa!

Toimenpide	yksikkö	hinta (€)	kestoikäarvio (v)
ei tehdä erityistoimenpiteitä ojituksen yhteydessä	-	-	1-3
rummun pään ympäristön kiviverhous	m ²	30-40	10-15
ojan pohjien ja luiskien verhoilu murskeella	jm	5-10	10-15

KORTTI 3

Ongelmatyyppi

OJIEN PYSYVYYS, KUNNOSTUSAJANKOHDAN VAIKUTUS



Ojien perkaaminen ja luiskien jyrkentäminen hienorakeisessa maassa lisää luiskan eroosioriskiä, kun toimenpiteen yhteydessä poistetaan luiskaa sitova kasvillisuus. Eroosio on yleensä pahimmillaan perkaamista seuraavana kevään roudan sulamisen aikaan, kuten kuvan kohteessa. Jos ojan pohjan kaltevuus on suuri ja vesimäärät ajoittain suuria, voi perkaaminen kiihdyttää myös ojan eroosiota ja syventää sitä.

Kuivatuksen keinot

Ajoitus: Perkaus tulisi tehdä jo alkukesästä, jolloin uusi kasvillisuus ehtii sitouttaa luiskaa ennen talven tuloa. Jos ajoituksen avulla ei saada sopivaa tulosta, käytetään seuraavassa esitetyjä vaihtoehtoisia menetelmiä.

Ojan pohjan verhoilu karkealla murskeella.
Ojaluiskien sitominen nopeasti juurtuvalla erikoiskasvillisuudella.

Vaihtoehtoisia korjaustapoja

Luiskien ja ojanpohjan vahvistaminen "junttaamalla"
Viite: S14 koerakentamisprojektin raportti

Huomioitavaa!

Varottava kaivamasta ojia liian syviksi ja jyrkkäluiskaisiksi.
Määritettävä tien tavoiteleveys

Toimenpide (tie n. 6,5 m)	yksikkö	hinta €	kestoikäarvio
ojan pohjan verhoilu murskeella	jm	5	5 - 10 v
ojanpohjan + luiskien vahvistus junttaamalla	jm	5-10	15 - 20 v

KORTTI 4

Ongelmatyyppi

**OJIEIN PYSYVYYS, HEIKOSTI KANTAVA
POHJAMAA**

Pohjamaa on turvetta. Ojaluiskien vakavuus on heikko.

Kuivatuksen kunnostamisessa huomioon otettavaa

Ojia perattaessa pitää välttää sisäluiskien käsittelyä.

Vaihtoehtoisia korjaustapoja

Reunaosien massanvaihto

Muuta huomioitavaa

Tien sorastusleveys pitää valita niin, että tien reunoja ei käsitellä.

KORTTI 5

Ongelmatyyppi

TIIVIS POHJAMAA PADOTTAA VETTÄ TIERAKENTEESEEN



Vesi voi padottua tierakenteeseen, jos veden pois pääsy estyy tiiviin pohjamaan tien alle vähitellen muodostaman altaan vuoksi. Allas voi muodostua pehmeillä pohjamailla, kun heikko tierakenne ei pysty jakamaan kuormitusta tasaisesti ja pehmeä pohjamaa syrjäytyy pyöräkuorman alta sivulle päin. Tällöin rakenteeseen päässyt vesi ei enää pääse poistumaan kuivatusjärjestelmiin. Ongelmaan yhdistyy usein myös sivuojan täyttyminen.

Kuivatuksen kunnostamisessa huomioon otettavaa

Reunoja pitää kaivaa parantamisen yhteydessä niin, että vesi pääsee pois rakenteesta.

Vaihtoehtoisia korjaustapoja

Tien kaventaminen ojituksen yhteydessä
Reunojen massanvaihto

Huomioitavaa

Jos rakenne on kokonaan sekoittunut pohjamaan kanssa, kuivatusta ei hyödytä korjata erikseen, vaan yhtä aikaa rakenteen parantamisen tai keli-rikkokorjauksen kanssa.
Määritettävä tien tavoiteleveys: voidaanko kaventaa vai pitääkö tehdä

Toimenpide (tie n. 6,5 m)	yksikkö	hinta €	kestoikäarvio
ei tehdä erityistoimenpiteitä ojituksen yhteydessä	-	-	1-5
reunaosien massanvaihto	jm	20-30	15 - 20 v
tien kaventaminen	jm	5	5 - 10 v

KORTTI 6.

Ongelmatyyppi

KALLIO PADOTTAA VETTÄ TIERAKENTEESEEN

Tien alla on vettä keräävä kalliopainanne, josta vesi ei pääse poistumaan ja johon muodostuu paannejäättä tai kallion pinnalla olevaan routivaan materiaaliin syntyy routalinssi.

Kuivatuksen keinot	Sivuojan syventäminen tai syväsalaojan tekeminen, jolloin vedet eivät pääse tierakenteeseen tien sivulta. Kallion tai kiviä rikkomisen tien sivusta, jolloin vesien ohjautuminen tierakenteeseen estyy. Uusi rumpu, jos vesien kulkureitti selvästi nähtävissä.
Vaihtoehtoisia korjaustapoja	Massanvaihto + siirtymäkiilat. Routaeristerakenne
Huomioitavaa	Yleensä vauriot ovat päässeet niin pahoiksi, että rakennetta joudutaan samalla uusimaan. Korjaaminen edellyttää tutkimuksia <ul style="list-style-type: none"> • ovatko kerrokset sekoittuneet pohjamaan kanssa • kalliopinnan tutkiminen • vesien kulkureitin tutkiminen Vaatii myös maanomistajan suostumuksen, jos louhinta vaatii lisäaluetta.

Toimenpide	yksikkö	hinta €	kestoikäarvio (v)
syväsalaoja kallioon	jm	30-40	15-20.
uusi rumpu	kpl	150-250	10-20 v

KORTTI 7

Ongelmatyyppi

OJIIIN EI SAADA RIITTÄVÄÄ VIETTOA



Savikoilla ja turveosuuksilla tyypillinen ongelma on, että sivuoille ei saada riittävää viettoa, vaan vesi seisoo sivuoissa.

Kuivatuksen keinot

Ojia ei kannata kaivaa syvemmiksi. Riskinä on ojaluisien vakavuuden heikkeneminen (ks. kortti 4) ja savikolla lisäksi kuivakuoren rikkoutuminen.
Ojan täyttäminen karkealla materiaalilla.
Ojan putkitus (lyhyitä osuuksia)

Vaihtoehtoisia korjaustapoja

Tasauksen nosto karkealla materiaalilla.
Lujitteiden käyttö.

Huomioitavaa

Tarkistettava pohjamaan kantavuus.
Määritettävä tarvittava vesitilavuus.

Toimenpide	yksikkö	hinta (€)	kestoikäarvio (v)
ojakaivantojen täyttö karkealla materiaalilla (sora, pienlouhe) 2 m ³ rtr	jm	10-15	10 - 15 v
Ojan putkitus	jm	30-70	20

KORTTI 8

Ongelmatyyppi

**RAKENTEEN KUIVATUS SIVUKALTE-
VASSA MAASTOSSA**

Rinne syöttää vettä tierakenteeseen, sulamis-
vesille ei ole tilaa

Vaurioina ovat heitot, pituushalkeamat ja rin-
teen puoleisen ajouran nopea kasvu. Sorateillä
tällaisiin maastokohtiin liittyy usein kelirikko-
ongelmia.

Kuivatuksen keinot	Syväsalaoja + sivuoja sulamisvesille. Syväsalaoja + niskaoja (vaatii uutta tiealuetta). Ojan syventäminen ja luiskien avartaminen (vaatii uutta tiealu- etta).
Vaihtoehtoisia korjaustapoja	Uudet kerrokset ja uusi oja tai salaoja. Eristerakenne
Huomioitavaa!	Niskaojan rakentaminen tai loivemmat luiskat vaativat maan- omistajien suostumuksen. Ulkoluiskaan voidaan tarvita eroosiosuojaus. Syväsalaojalla oltava purkumahdollisuus

Toimenpide	yksikkö	hinta €	kestoikäarvio
syväsalaoja	jm	20-30	10-15 v.
syväsalaoja sorasta	jm	30	10-15
niskaoja, kaivua 1 m ³ ktr	jm	3	10 v.
loivemmat luiskat, kaivua 5 m ³ ktr (tiealue)	jm	15	20 v.

KORTTI 9

Ongelman kuvaus

PÄÄTIERUMPUJEN PUUTTEET



Rummut ovat:

- painuneet ja liettyneet
- rikkoutuneet
- taipuneet (muovirummut)
- liian lyhyitä

Kuivatuksen keinot

Painuneet ja liettyvät rummut:

- rummun puhdistaminen
- rummun päiden verhoilu ja muoto
- laskuojan perkaaminen ja parantaminen

Rikkoutuneet rummut:

- korjaaminen (esim. päätyrengas irti)
- rummun uusiminen ja uudelleen perustaminen
- riittävä peitesyvyys, samalla rakennetaan siirtymäkiilat, jos rumpu routii

Taipuneet rummut:

- riittävä peitesyvyys
- rumpumateriaali

Lyhyet rummut:

- jatkaminen/ uusiminen, päiden tukeminen

Vaihtoehtoisia korjaustapoja

Ei rumpua, vaan karkeasta materiaalista geotekstiilin sisälle tehtävä vettä läpäisevä rakenne (french mattress).


Huomioitavaa!

Alueurakoissa rumpujen säännöllinen seuranta ja ennakoivat kunnossapitotoimet (puhdistus ja korjaus).

Uusimisen ja korjauksen yhteydessä kiinnitettävä huomiota:

1. rummun materiaaliin ja pituuteen
2. rumpujen perustamiseen (pehmeiköt)
3. siirtymäkiilojen tarpeeseen
4. rumpujen päiden verhoiluun liettyvillä mailla.

KORTTI 10

<p>Ongelman kuvaus SIVUOJARUMPUJEN PUUTTEET</p> 	<p>Rumpu</p> <ul style="list-style-type: none"> • on rikki tai tukossa • on liian ylhäällä • on liian lyhyt • puuttuu <p>Vesi voi tulvia tien pinnalle. Liittymän kohta tukkii ojan ja aiheuttaa vaurioita myös tierakenteelle, jos vesi jää seisomaan pitkällä matkalla tien viereen tai ohjautuu tien runkoon. Suurimmat vaurioriskit niissä tapauksissa, joita edeltää pitkä rummulle viettävä jakso ja tien rakenne on heikko.</p>
<p>Toimenpiteet</p>	<ul style="list-style-type: none"> • puhdistaminen • jatkaminen tai päiden tukeminen • korjaaminen (esim. päätyrengas irti) tai uusiminen ja uudelleen perustaminen
<p>Vaihtoehtoisia korjaustapoja</p>	<p>Jos ei saada riittävää peitesyvyyttä, rumpu voidaan korvata täyttämällä oja liittymän kohdalla esim. seulanpääkivillä tai muulla karkealla materiaalilla. Ei suositella sinne, missä vesimäärät ovat suuria tai veden virtaus on voimakasta. Ainakin siltti-, savi- ja silttimoreenipohjilla kiviaineksen ympärille pitää asentaa suodatinkangas.</p>
<p>Huomioitavaa!</p>	<p>Tiehallinnon otettava selkeä kanta, milloin liittymärummut sisällytetään urakkaan niin, että kuivatus saadaan varmasti hoidettua. Liittymän omistajan vastuusta on tiedotettava nykyistä enemmän.</p> <p>Uusimisen ja korjauksen yhteydessä kiinnitettävä huomiota:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. rumpujen riittävään kokoon (ei alle 300 mm) ja pituuteen 2. korkeusasemaan 3. rumpujen päiden verhoiluun liettyvillä pohjamailla.

ISSN 1457-9871
ISBN 951-803-651-9
TIEH 3200979